Micr.
o.
10

Das Mikroskop

im Dienste des

landwirthschaftlichen und gewerblichen Lebens

sowie

der Familie.

Populäre Anweisung

zur

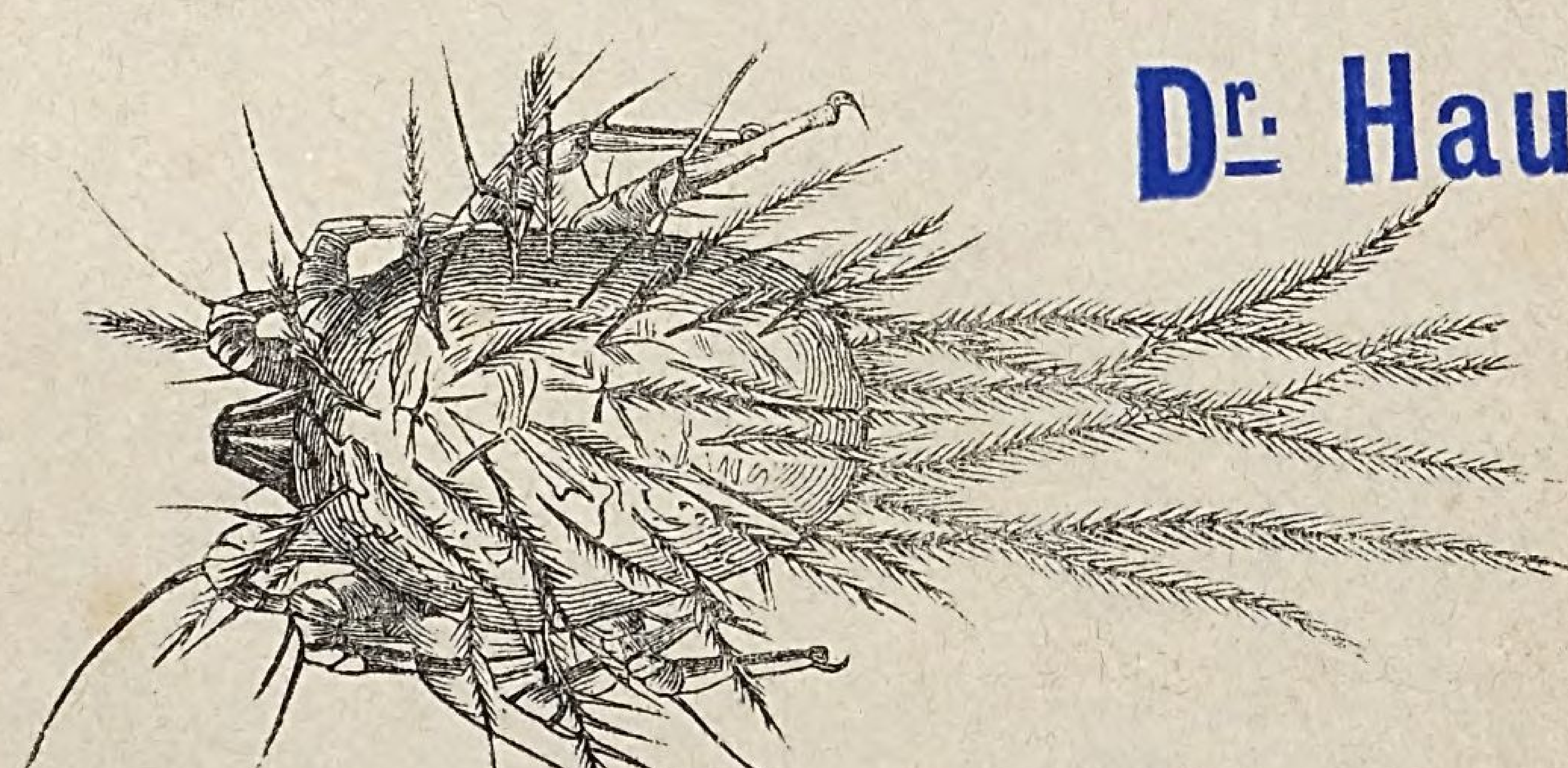
Behandlung und praktischen Verwendung desselben

von

August Arndt.

Mit 245 Text-Abbildungen auf 100 Illustr. und einem Titelbilde.

Mehlmilbe, 220mal im Durchmesser vergrößert; p 198.



Dr. Haupt.

Berlin.
Fr. Lobecks Verlag (P. Anders).
1874.

BIBLIOTHECA
CIVITATIS
BABENBERGENSIS.

Seinem ehemaligen Prinzipale,

dem

Königlichen Landrath a. D. und Rittergutsbesitzer

Herrn v. Köller,

Ritter ꝛc., Hochwohlgeboren

auf Cantreck,

als Zeichen der Verehrung und Dankbarkeit

hochachtungsvoll gewidmet

vom

Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Erste Abtheilung.

Seite

I. Vorwort 1

II. Einleitung 3

III. Geschichte des Mikroskops 4

IV. Vorkenntnisse aus der Optik 13
Ueber Beleuchtung — Gesichtswinkel — Wirkung der Lichtstrahlen bei geradliniger Fortpflanzung und bei Ablenkung — Linsen — Wirkung der biconvexen und biconcaven Linsen — Sphärische und chromatische Aberration — Achromatische Linsen.

V. Was ist ein Mikroskop? 25
a) Das einfache Mikroskop.
Wesen des Mikroskops — Einfache Loupen — Berechnung der Vergrößerung von Linsen — Ermittelung der Brennweite von Linsen — Verwendung der Loupen — Vervollständigung derselben zum einfachen Mikroskop.
b) Das zusammengesetzte Mikroskop.
Aufzählung verschiedener Mikroskoparten — Betrachtung der Theile des dioptrischen Mikroskops — Veranschaulichung der Wirkungsweise des optischen Theiles — Objectivlinsen — Linsensysteme — Oculare — Technische Einrichtung des Mikroskops — Rohr — Gestell und Fuß — Objecttisch — Nebenapparate — Beleuchtungsapparate für auffallendes und durchgehendes Licht — Beleuchtungslinsen — Beleuchtungsprismen — Lieberkühnsches Spiegelchen — Plan- und Hohlspiegel — Blenden — Kleines Mikroskop von Wasserlein.

VI. Von den Hülfsmitteln zum Nachzeichnen mikroskopischer Bilder, zum Messen mikroskopischer Gegenstände und zur Bestimmung der Vergrößerung eines Mikroskops 39
Methode des Doppeltsehens — Verschiedene Zeichenapparate — Zeichenprismen, Sömmeringsches Spiegelchen, Camera lucida etc. — Meßvorrichtungen — Der Glasmikrometer und sein Gebrauch — Die Maßeinheiten — Verfahren zur Ermittelung der Vergrößerung eines Mikroskops — Hinweis auf den Focimeter, Goniometer und den Polarisationsapparat.

VII. Rathschläge über die Wahl eines Mikroskopes und die Prüfung seiner Güte und Brauchbarkeit nebst Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops und zur Herstellung von Präparaten 51
Kennzeichen der Güte — Definirende und penetrirende Kraft oder Begrenzungs- und Durchdringungsvermögen — Mittel zur Prüfung beider — Verschiedene Probeobjecte — Nobertsche Platte — Anforderungen in Bezug auf das Maß der Vergrößerung — Re-

Seite

geln für die erste Handhabung — Aufstellung — Wahl des Lichtes — Verfahren bei den ersten Uebungen — Ueber Beschaffung von Objecten aus dem Schatze der Thier- und Pflanzenwelt — Die lebensthätige Zelle — Endosmose — Exosmose — Stärkekügelchen — Blutkörperchen — Aufzählung verschiedener Instrumente zur Herstellung von Präparaten — Angabe der Aufbewahrungsflüssigkeiten — Conservirung der Präparate — Bezugsquellen für fertige Präparate — Praktische Winke. —

Zweite Abtheilung.

I. Von der Bodenbeschaffenheit 73
Culturerden — Bergmehlarten — Verbesserungsmaterial — Kalk — Mergel — Guanosorten.

II. Ein Blick in die organische mikroskopische Welt 87
Amoeben — Rhizopoden — Infusorien — Rotatorien — Desmidien — Diatomeen.

III. Etwas über unsere täglichen Nahrungsmittel 109
Allgemeines — Milch — Butter — Brot — Bestandtheile eines Getreidekornes — Mehlsorten — Stärke — Sago — Kraftmehlarten — Kaffee — Thee — Chocolade — Vanille.

IV. Vom Schaden und Nutzen der Pilze 141
Samen und Spore — Lebensweise der Pilze — Pilzkrankheiten bei Menschen und Thieren — de Bary's Eintheilung der Pilze — Pilzkrankheiten bei Pflanzen — Kartoffelkrankheit — Ursache und schnelle Verbreitung — Vorbeugende Mittel zu ihrer Verhütung — Neues Verfahren zur Schätzung des Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln — Wasserpilz, ein Feind der künstlichen Fischzucht — Pilz der Rothfäule, ein Feind der Wälder — Aufzählung interessanter Pilzformen für den Mikroskopiker — Rost und Brand des Getreides — Verschiedene Formen — Bedingungen der Entwickelung — Rathschläge zur Bekämpfung der Rost- und Brandpilze — Brandpilze der Hirse und der Maispflanze — Hausschwamm — Mehlthau — Traubenpilz — Mutterkorn — Becherpilze — Pilze als Verbündete gegen Raupen — Pilze als Gährungs- und Fäulnißerreger — Hefebildung.

V. Ueber das Material zu Bekleidungsstoffen 184
Leinenwaaren — Flachsfasern — Baumwollenfasern — Bleichen der Baumwolle in England — Hanf — Wolle — Seide — Kaschmirstoffe.

VI. Einiges über mikroskopische Thierchen 196
Milbenarten — Mehl-, Käse-, Krätz- und Haarbalgmilbe — Weizenschlängelchen — Eingeweidewürmer — Finnen und Bandwurmarten — Igelwürmer — Trichinen — Name — Muthmaßliche Einschleppung — Ihre erste Entdeckung in Europa — Aufzählung der schwersten Fälle der Trichinenkrankheit — Beschreibung der Trichinen — Ihre Entwickelung — Muskeltrichinen und Darmtrichinen — Vorbeugende Maßregeln zur Verhütung der Trichinose.

VII. Schlußbetrachtung 216
Ursachen der Popularisirung des Mikroskops und Hinweis auf den Dienst des Mikroskops in der Justizpflege.

I.

Abtheilung.

I.

Vorwort.

Auf keinem Gebiete menschlichen Forschens sind in der neueren Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht worden, ja, wenige erfreuen sich einer so allgemein regen Theilnahme, als die Naturwissenschaften. Die erweiterte Kenntniß der Natur hat aber nicht nur ein rein wissenschaftliches Interesse, nein, sie hat längst schon eine hohe Bedeutung für das Leben gewonnen; Kunst und Gewerbe, Ackerbau, Handel und Verkehr ziehen Vortheil aus den Errungenschaften der Naturforschung. Einen nicht zu unterschätzenden Antheil an diesem Erfolge darf wohl ein Instrument für sich in Anspruch nehmen, welches in seiner gegenwärtigen Vervollkommnung der Forschung ganz neue Felder, ja, dem Gelehrten wie Laien, der so glücklich war, seine Bekanntschaft zu machen, eine neue Welt eröffnet hat, nämlich: „das Mikroskop". — In der That haben die durch Benutzung des Mikroskopes gemachten bedeutenden Fortschritte in der wichtigen Erkennung des Baues lebender und lebloser Wesen diesem Instrumente eine Wichtigkeit verliehen, die der des Teleskopes nicht nachsteht. Nur mit seiner Hülfe sind oberflächliche Ansichten und Theorien durch angestellte scharfe Beobachtungen genauen Kenntnissen gewichen. Durchdrungen von der Wichtigkeit dieses Instrumentes auch für außerwissenschaftliche Zwecke und Berufskreise, erachte ich es für ein Bedürfniß der Zeit, daß die Bekanntschaft desselben auch solchen Kreisen möglichst zugänglich gemacht werde, welche demselben bisher entweder vollständig fern standen oder höchstens seine nominelle Bekanntschaft gemacht hatten. In diesem Sinne habe ich es unternommen, allen denjenigen ein Hülfsmittel zu bieten, welche sich ohne gelehrte Auseinandersetzungen und ohne den Besitz kostspieliger Werke und Apparate von den wichtigsten und interessantesten Seiten der wunderbar überzeugenden Wirkung des Mikroskopes eine gründliche Kenntniß verschaf-

fen wollen, wie auch denjenigen, welchen daran liegt, sich zu überzeugen, daß das Mikroskop nicht ausschließlich zur Lösung wissenschaftlicher Probleme, sondern in demselben Grade auch zur Erreichung wichtiger praktischer Zwecke dient, als: zur Verhütung und Bekämpfung von Krankheiten bei Menschen, Thieren und besonders bei den Culturgewächsen, sowie zur Prüfung des Werthes von Handelswaaren u. s. w. Wie Erstaunliches dies Instrument in der neuesten Zeit eben auf dem Gebiete der Culturgewächse geleistet hat, davon nur ein Beispiel. Dem Mikroskop war es vorbehalten, die in hartem Wettstreit verfochtenen, verschiedenartigen Meinungen und Theorien der Gelehrten über die Ursachen häufiger Mißernten in Folge der Krankheiten einzelner unserer Kulturpflanzen über den Haufen zu werfen und Licht in dieses Dunkel zu bringen, indem es die ganze Schaar unsichtbarer, aber keineswegs ohnmächtiger Feinde, welche theils mittel-, theils unmittelbar den größten Einfluß auf unser Wohlergehen haben, insofern sie durch ihre verderbliche Wirkung an unseren mühsam gezogenen Nutzpflanzen, an den zur Seidencultur unentbehrlichen Seidenraupen 2c. schon die Gesundheit und den Wohlstand der Bewohner ganzer Provinzen untergraben, die Industrie großer Districte brach gelegt und verschiedene Völkerschaften zur Auswanderung gezwungen haben, — als winzige, wucher- und zerstörungsgierige Pilze, echte Vampyre der Pflanzen- und niederen Thierwelt, entlarvt hat. Auf dem Gebiete der Handelswaaren vermag das Mikroskop gleichfalls viel größere Dienste zu leisten, als man gewöhnlich glaubt, und die Zeit rückt immer näher, wo der Kaufmann, der Fabrikant, der Techniker und auch der Handwerker, will er anders sein Geschäft mit Vortheil betreiben, dasselbe ebensowenig wird entbehren können, als gegenwärtig der Naturforscher. Ja, selbst die sorgsame Hausfrau wird es zur Hand nehmen, um bei der leider wachsenden Industrie der Verfälschung mancher Nahrungsmittel die Echtheit und Güte der Waaren zu prüfen, die sie für ihren Haushalt einkauft. Bis in die neueste Zeit ist freilich auf diesem viel versprechenden Gebiete verhältnißmäßig wenig geschehen, aber alle Vorbedingungen sind bereits gegeben, die Ausführung bedeutend erleichtert und mit wenig Kosten und Mühe verbunden. Deshalb hoffe und wünsche ich, daß auch diese Zeilen etwas dazu beitragen möchten, die Anwendung des Mikroskopes eben für diese praktischen Zwecke zunächst in weiteren Kreisen zu verbreiten und dann seine Einführung zum Unterrichte auch in die mittleren und niederen Schulen immer allgemeiner zu machen; damit einmal der Sinn für das Wunderbare und Herrliche in der Natur gepflegt, und anderntheils die Resultate des Mikroskopes, das bald nicht ausschließlich Pflegling der Gelehrten, sondern auch des Volkes sein wird, mehr noch, als es bisher geschehen, auch Eigenthum der heranreifenden Jugend werden.

Es sei mir in Kürze gestattet, noch einige Andeutungen über die Art der Ausführung dieser Anleitung zu geben.

Selbstverständlich ist es, daß eine populäre Schrift sich nicht nur durch den Umfang, sondern weit mehr durch die ganze Art der Behandlung von einem wissenschaftlichen Werke unterscheiden muß. Darum ist die Form der Darstellung, ohne indeß oberflächlich zu werden, eine durchaus populäre und allgemein faßliche; sie verzichtet auf mathematische Begründung und nimmt weder mathematische Formeln noch Beweise auf. Zweitens ist die Darstellung, speciell in Bezug auf den beschreibenden Theil, eine methodische, insofern es mein Bestreben gewesen ist, die unerläßlichen Vorkenntnisse aus der Optik durch möglichste Anschaulichkeit in den Vordergrund zu stellen. Drittens ist in Bezug auf den Inhalt dasjenige hervorgehoben, was von practischem Interesse, von Bedeutung für das Leben ist und mehrseitige Anwendung gefunden hat. Dagegen tritt Alles in den Hintergrund, was rein theoretischen Zwecken dient.

Inwiefern es mir gelungen ist, meinen Zweck zu erreichen, und ob ich sowohl hinsichtlich des Umfanges, wie auch der Behandlung das Rechte nicht ganz verfehlt habe, überlasse ich einer vorurtheilsfreien Beurtheilung, von der Emanuel Geibel treffend sagt:

„Das ist die klarste Kritik von der Welt,
Wenn neben das, was ihm mißfällt,
Einer was Eigenes, Besseres stellt!" —

II.

Einleitung.

Wie es uns beim Lesen eines Schriftstellers geht, daß wir uns nämlich ein möglichst klares, treues Bild von seiner Person, seiner beeinflussenden Umgebung, überhaupt von seinen Verhältnissen zu entwerfen suchen, in ähnlicher Weise drängen sich uns bei dem Mikroskop die Fragen auf: „Wer ist der Erfinder dieses Instrumentes?" „Woher hat dasselbe seinen Ursprung genommen?" oder: „Hat dasselbe immer in ähnlicher Vollkommenheit bestanden?" u. dgl. m. Und in welchem Grade sind wir zu solchen Fragen berechtigt! Ist es unserer Zeit doch vorbehalten, jenes prophetische Wort des großen Newton einzulösen: „Das Vergrößerungsglas wird nach wenigen Jahrzehnten auf dem Tische eines jeden gebildeten Mannes stehen, und bald wird es keine Familie mehr entbehren wollen, in der noch etwas Anderes getrieben wird, als der tägliche Broderwerb." Um obige Fragen indeß beantworten zu können, ist es erforderlich, tiefer in die Geschichte des Mikroskops einzudringen.

Nicht uninteressant, auch in hohem Grade lehrreich ist es, an der Hand der Geschichte des Mikroskopes zu verfolgen, wie Künstler und Gelehrte ihre Zeit und ihr Talent darauf verwandt haben, um ein

Spielzeug, welches man anfangs nur zur Unterhaltung gebrauchte, in eins der mächtigsten, unwiderstehlich überzeugenden Hülfsmittel zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu verwandeln; in ein Hülfsmittel, welches uns einen Blick thun läßt in die schaffende Werkstätte der Natur, der unser Auge mit Entzücken und unsere Seele mit Bewunderung erfüllt. Denn es offenbart sich hier selbst im Staube die Idee der Schönheit und die Fülle der Weisheit, welche die ganze Schöpfung widerspiegelt und bekundet, und welche der Mensch nur als Abbild dessen empfinden und verstehen kann, von dem alles Schöne und Vollkommene seinen Ursprung genommen hat, nämlich von Gott allein, dessen schöpferisches „Werde" noch jetzt, selbst in den kleinsten Formen des Lebens, in ungeschwächten Accorden, klar vernehmbar wiederhallt. — Bringen wir daher zunächst denjenigen Männern den Tribut unseres Dankes, durch deren Verstand und Thätigkeit wir mit solchen Mitteln ausgerüstet worden sind, unsere Kenntnisse zu bereichern und mitzuwirken zur Ausbreitung des Wissens über die große, unendliche Natur und deren wunderbare Erscheinungen, indem wir mit der Geschichte dieses Instrumentes beginnen, so wird uns auch zugleich die Wahrheit des Wortes einleuchten: „Nur wer die Vergangenheit kennt, vermag die Gegenwart im rechten Lichte zu beurtheilen und zu würdigen".

III.

Geschichte des Mikroskopes.

Die Vorgeschichte, wie die Uranfänge des Mikroskopes führen uns auf die ältesten Zeiten zurück. Die Benennung „Mikroskop" ist von den beiden griechischen Wörtern μικρος (mikros = klein) und σκοπειν (skopein = sehen) entlehnt, und sie ist der Annahme nach zuerst von Demicianus, einem Griechen aus dem 16. Jahrhundert, auf ein Instrument angewendet worden, durch welches man Gegenstände, die dem Auge sehr nahe gebracht waren, genauer untersuchen oder so kleine Gegenstände unterscheiden konnte, die man ohne seine Hülfe gar nicht wahrzunehmen im Stande war. Die präciseste Uebersetzung dafür wäre demnach wohl: „Kleinbeschauer". Die früheste Geschichte dieses Instrumentes ist, wie die mancher anderer von wissenschaftlichem Character, in große Dunkelheit gehüllt, so daß man weder die Zeit seiner Erfindung, noch den Namen des Erfinders mit einiger Sicherheit zu bestimmen vermag. Da aber das Mikroskop in seiner einfachsten Form in nichts anderem, als in der vergrößernden Kraft der Linse besteht, die nothwendig aus Glas oder aus einem anderen durchsichtigen, lichtbrechenden Material gemacht werden muß, so kann die Erfindung der Uranfänge offenbar in die vorchristliche Zeit gesetzt werden. Die Kunst, aus Glas und

anderen durchsichtigen Körpern Linsen zu schleifen, war die Frucht einer weit älteren Kunst, nämlich der des Steinschleifens, welche schon im grauen Alterthume den Völkern des Orients, wie auch den Aegyptern bekannt war, von welchen sie nach Griechenland und Italien gelangte. Der Grieche Aristophanes, der 500 Jahre vor Christo lebte, spricht in seinen „Wolken" von einer entzündenden Kugel, von einem Glase, durch welches man mit Hülfe der Sonnenstrahlen Papier in einiger Entfernung in Brand stecken konnte. Der Römer Seneca, welcher im Jahre 65 nach Chr. Geb. starb, sagt, daß kleine und undeutliche Gegenstände, durch eine mit Wasser gefüllte Glaskugel gesehen, größer und deutlicher würden, welche Wirkung er indessen nach einer kurz vorhergehenden Stelle nicht der Glaskugel, sondern dem Wasser zuschreibt. Plinius der Aeltere, der im Jahre 79 nach Christo beim Ausbruch des Vesuv durch Aschenregen seinen Tod fand, erwähnt die entzündende Eigenschaft der Glaslinsen. Ptolemäus, der berühmte Astronom in Alexandrien, der im 2. Jahrhundert nach Chr. Geb. lebte, kannte gleichfalls das Vergrößerungsglas und gebraucht in seinem Werke über Optik das Wort „Refraction" (Strahlenbrechung). Ja, er kannte die Strahlenbrechung nicht nur, sondern er hat sie nach anderen Zeugnissen sogar gemessen, scheint aber trotzdem mit der Wirkungsweise convexer (erhabener) durchsichtiger Körper nicht bekannt gewesen zu sein. Das Zeugniß dieser alten Autoren ist indeß nur in der Beziehung von Wichtigkeit, als es das Dasein des Mikroskopes, insofern wir diese Benennung auf jedes zur Vergrößerung angewendete Instrument beziehen, in seiner einfachsten und rohesten Form, als bloßes Vergrößerungsglas, beweist. Es bestand anfänglich nur, wie sich aus Vorstehendem ergiebt, aus einer Glaskugel, die entweder massiv oder hohl und dann mit Wasser gefüllt war, deren Hauptbestimmung eben darin bestanden zu haben scheint, die erwärmenden Strahlen der Sonne zu concentriren. Diese primitive Form einer Glaskugel wurde nach Dr. Francis Redi etwa im 4. Jahrhundert durch Linsen von biconvexer Form (s. pag. 17 Fig. 5[1]) verdrängt. Der Erste, welcher nach einem Zeitraum von fast 1000 Jahren der Erscheinungen durch convexe Gläser Erwähnung thut, ist der Araber Alhazen Ben Alhazen, der um's Jahr 1100 lebte. Er beschrieb zuerst die Wirkung einer planconvexen Linse. Die erste, freilich unrichtige Erklärung von der Wirkung biconvexer Glaslinsen überhaupt stammt von Vitello um's Jahr 1270, und kurz nachher von dem Engländer Roger Baco, einem Mönche, der zu Anfang des 13. Jahrhunderts geboren wurde. Derselbe scheint die Kenntniß jener Wirkung auch erfolgreich angewandt zu haben, denn ihm wird von Einigen, außer anderen Instrumenten, auch die Erfindung des einfachen Mikroskopes zugeschrieben. So viel steht fest, daß Baco ein Mann war, der alle seine Zeitgenossen in der Kenntniß der Natur und ihrer Erscheinungen übertraf, und in Folge dessen das gewöhnliche Loos solcher theilte, die sich in Kenntnissen auszeichnen, während die ganze Um-

gebung kurzsichtig oder unwissend ist. (Columbus, Galilei, Sal. de Caux.*) Baco, der sein Jahrhundert in geistigem Fluge überholte, wurde nach Molyneux der Zauberei beschuldigt und in's Gefängniß geworfen, worin er 10 Jahre schmachtete und nach manchen Angaben sogar starb. Record berichtet noch, daß Baco, während er zu Oxford lebte, ein Glas angefertigt habe, welches so sonderbare Dinge zeigte, daß die Wirkung desselben allgemein der Macht des Teufels zugeschrieben wurde. (S. Harting, „das Mikroskop", III. Band, S. 13.) Es leuchtet wohl ein, daß außer Roger Baco auch noch andere Mönche das Verfahren der Alten beim Glasschleifen verstanden. Waren sie doch fast überall die Einzigen, in deren Händen damals Kunst und Wissenschaft lagen. Ein Beleg dafür ist der italienische Mönch Alexander de Spina in Pisa, der offenbar die Kunst des Glasschleifens verstand, da er ohne weitere Anleitung die laut einer Grabschrift wahrscheinlich von einem Florentiner „Armati" erfundenen Brillen nachmachen konnte. Ihm bleibt wenigstens das große Verdienst, diese Erfindung bekannt gemacht zu haben. (Zu Ende des 13. Jahrhunderts.) Darauf vergingen wieder mehrere Jahrhunderte, ehe man des Mikroskopes Erwähnung that. Dann wird nach Quekett berichtet, daß es in seiner verbesserten und zusammengesetzten Form eine doppelt oder mehrfach vergrößernde Kraft besitze. Hiermit beginnt die eigentliche Geschichte des Mikroskopes. Vorweg sei bemerkt, daß das ursprünglich sehr mangelhaft construirte einfache Mikroskop nach Hartings Ansicht erst nach und in Folge der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes bedeutend verbessert wurde, als man nämlich anfing, Linsen mit ziemlich kurzer Brennweite herzustellen. Es hat aber trotz der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts und selbst noch im ersten Viertel unseres Jahrhunderts den ersten Rang behauptet. Die meisten bedeutenden wissenschaftlichen Untersuchungen während dieses Zeitraumes sind mit dem einfachen Mikroskope ausgeführt worden. Seit 1824 dagegen tritt es mehr in den Hintergrund. Die Geschichte beider spielt oft in einander über.

Die ersten einfachen Mikroskope, von denen wir bestimmte Nachrichten haben, bestanden aus einem kurzen, etwa 1" langen Rohre, welches an einem Ende mit einer Linse und an dem andern Ende mit einem flachen Glase versehen war, auf welchem ein kleines Object, etwa eine Mücke oder ein Floh, festgeklebt war. Ein solches „Vitrum pulicarium" (Vergrößerungsglas für Insecten) gab einmal zu

*) Salomon de Caux war der Erste, welcher auf die Idee kam, den Wasserdampf bei hydraulischen Maschinen in Anwendung zu bringen. Er legte 1637 dem König Ludwig XIII. von Frankreich ein Werk über seine Erfindung vor, wonach man Mühlen, Wagen und Schiffe durch Dampf in Bewegung setzen könne. Cardinal Richelieu fertigte ihn jedoch ohne Gehör ab und ließ ihn endlich, seiner lästigen Zudringlichkeit überdrüssig, im Bicêtre bei Paris einsperren, worüber der Unglückliche seinen Verstand verlor.

einem sonderbaren Auftritte Veranlassung, welcher von dem Jesuiten Schot in einem Werke von 1677 überliefert worden ist. Ein Gelehrter, Namens Scheiner, reiste aus Holland durch Baiern und Oesterreich nach Tirol, woselbst er in einem Dorfe vom Fieber befallen wurde, dem er auch erlag. Bevor die Dorfbewohner die Leiche zur Erde bestatteten, stellte der Schulze mit den Schöppen eine Untersuchung der Effecten des Verstorbenen an, unter welchen sich auch ein solches Vitrum pulicarium befand. Die Anwesenden entsetzten sich bei dem Anblicke desselben, erkannten in dem Verstorbenen einen Giftmischer, der den Teufel in einem Gläschen eingeschlossen mit sich umhertrüge, und wollten ihm das Begräbniß verweigern. Während man sich noch darüber stritt, wurde das Instrument durch Zufall oder vielleicht auch absichtlich geöffnet, und es kam nur — ein winziger Floh zum Vorschein. —

Die einfachen Mikroskope waren namentlich aus dem Grunde mangelhaft, weil ihnen die Mittel fehlten, den Abstand zwischen Linse und Object beliebig zu ändern. Was speciell die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes betrifft, so streiten sich noch bis auf diesen Tag zwei Nationen um die Ehre derselben; nämlich die Italiener und die Holländer, und bei beiden hat man diese Ehre sogar Mehreren zuwenden wollen.

Verschiedene Schriftsteller, hauptsächlich Huyghens, schreiben die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes dem Holländer Cornelius Drebbel von Alkmaar zu, der es im Jahre 1621 erfunden haben soll, während auch der Neapolitaner Fontana unter Berufung auf das schriftliche Zeugniß eines Jesuiten, Hieronymus Sirsalis, für sich das gleiche Recht in Anspruch nimmt (1618). Drebbel bekleidete damals an dem Hofe König Jacobs I. von England das Amt eines Mathematikers. Nach Petrus Borellus (Pierre Borel, Leibarzt Ludwigs XIV.) dagegen wurde es von Zacharias Janssen oder Zanß, resp. von dessen Vater „Hans Zanß," Brillenmachern zu Middelburg auf der Insel Walcheren in Holland, etwa um's Jahr 1590 erfunden. Viviani, ein italienischer Mathematiker, erzählt in seiner Lebensbeschreibung Galilei's, daß dieser große Mann ebenfalls und zwar durch das Teleskop auf die Entdeckung des Mikroskopes geführt worden sei, und daß Galilei 1612 ein Exemplar an den König Sigismund von Polen gesandt, an dessen Vervollkommnung er 20 Jahre gearbeitet habe. In England dagegen, wie überhaupt im Allgemeinen, ist die Ansicht vorherrschend, und auch mit Recht, daß dem oben erwähnten Zacharias Janssen die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes zugeschrieben werden müsse. Sein im Jahre 1590 erfundenes Mikroskop bestand aus einer vergoldeten Messingröhre von, nicht, wie oft selbst in größeren Werken irrthümlich angegeben wird, 6', sondern 1½' Länge und 2" Durchmesser. Es wurde von drei Delphinen aus dem nämlichen Metall getragen und ruhte auf einem Fuße aus Elfenbein. Dasselbe erste Mikroskop soll dem Erzherzog Carl Albrecht von Oesterreich, welcher 1595 General-

gouverneur der Niederlande wurde, zum Geschenk gemacht worden sein. Die erste bedeutende Verbesserung ging von dem Engländer Robert Hooke aus (1656). Derselbe war Mitglied der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London, mit deren Gründung 1660 auch für die Optik gewissermaßen eine neue Aera begann. Sein Mikroskop hatte 7″ Länge und 3″ Durchmesser und konnte mittelst 4 ineinandergeschobener Röhren verlängert werden. Es ist zugleich das älteste zusammengesetzte Mikroskop, von dem wir eine Abbildung besitzen. Dasselbe besaß eine kleine Objectivlinse, eine Kollectiv- oder Sammellinse und eine starke Okularlinse. Hooke gebührt das Verdienst, zuerst kugelförmige Linsen von starker Vergrößerung hergestellt zu haben, ein Verdienst, welches ihm zwar durch Hartsoeker streitig gemacht wird, ihm aber nichtsdestoweniger gebührt, denn Hooke's „Mikrographie", ein Werk, welches damals zu den Wundern des Tages gehörte, kam heraus, als Hartsoeker noch im zarten Knabenalter stand (1665). Im Jahre 1673 lieferte der unsterbliche Leeuwenhoek in den Schriften der Londoner Gelehrten-Gesellschaft zuerst Abhandlungen über das Mikroskop. Er muß als der Entdecker sehr zahlreicher Wunder mit dem einfachen Mikroskope angesehen werden. Nach Baker bestand das Leeuwenhoeksche Mikroskop aus einer einfachen Linse, die sich zwischen 2 Silberplatten befand, in welche ein kleines Loch gebohrt war. Vor demselben befand sich ein beweglicher Stift, um den zu beobachtenden Gegenstand daran zu befestigen und dem Auge des Beobachters in die gehörige Nähe zu bringen. Daß die Leeuwenhoekschen Vergrößerungsgläser (gegen die Behauptung mancher Schriftsteller der damaligen Zeit) wirkliche Linsen- oder doppelconvexe Gläser waren, ist ganz bestimmt erwiesen, denn der berühmte Gelehrte hinterließ der Königlichen Gesellschaft 26 Mikroskope. Am Schlusse des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts stand Isaak Newton im Zenith seines Ruhmes. Gemäß seiner Verbesserung der Teleskope, daß er statt Linsen Spiegel anwendete, übertrug er dieses Reflexionsprincip auch auf das Mikroskop. Newton bemerkte schon damals, daß das zusammengesetzte Refractions-Mikroskop eine bedeutende Verbesserung dadurch erlangen würde, wenn der zu betrachtende Gegenstand in einem dunkeln Raume durch Licht von irgend einer zweckmäßigen Farbe, durch ein monochromatisches (einfarbiges) Licht erleuchtet werden könne.

Im Jahr 1733 erfand der Engländer Hall, ein Edelmann aus der Grafschaft Essex, gestützt auf den Achromatismus des menschlichen Auges, worin ebenfalls ungleich brechende Medien*) vereinigt eine solche Brechung der Lichtstrahlen bewirken, bei welcher diese nicht in Farben zerlegt werden, die „achromatischen Linsen" durch Verbindung von Kronglas**) und bleihaltiges Flintglas. (Dieselben stellen die Gegenstände ohne bunte Ränder dar). Indessen verflossen noch viele Jahre, ehe diese Erfindung für

*) Der linsenförmige Krystallkörper und der runde Glaskörper.
**) Ein sehr helles Krystallglas.

die Wissenschaft Früchte trug, denn bei dem Mikroskop wurde dieselbe erst im Jahre 1778 durch Nicolaus Fuß eingeführt. Im Jahre 1738 nun begann dadurch eine neue Aera für die Mikroskopie, daß der berühmte Dr. Nathanael Lieberkühn zu Berlin das Sonnen-Mikroskop und einen concaven silbernen Spiegel zur Betrachtung undurchsichtiger Gegenstände, welcher noch jetzt der Lieberkühnsche Spiegel heißt, erfand. Später verbesserte der Engländer Cuff das Sonnen-Mikroskop wesentlich dadurch, daß er es mit einem beweglichen Spiegel versah. Bei dem Sonnen-Mikroskop wird nämlich ein beweglicher Planspiegel auf der Außenseite des Fensters angebracht, um die Sonnenstrahlen aufzufangen. Letztere werden von diesem Spiegel auf eine doppelt-convexe Linse geworfen, welche in dem Fensterladen des übrigens vollkommen finsteren Zimmers angebracht ist. Diese Linse concentrirt die Strahlen in ihrem Brennpunkte. Zu ihrer Verstärkung dient eine zweite, doppelt- oder planconvexe Linse, welche nebst der ersten in eine kegelförmige, inwendig geschwärzte Röhre eingefügt ist. Das zu untersuchende Object wird im Brennpunkte der großen Sammellinse angebracht und daher sehr hell beleuchtet. Das Bild wird durch ein aus 3 achromatischen Linsen von verschiedener Stärke bestehendes Objectivglas erzeugt und auf einen weißen, hinter dem Instrumente befindlichen Schirm geworfen. Das verbesserte Sonnen-Mikroskop erregte lange Zeit hindurch Bewunderung. Es wurde hauptsächlich zur Untersuchung der Infusorien und des Blutumlaufes in den Eidechsen, Fröschen und Aalen benutzt. Auch wurde es häufig dazu verwandt, die genaue Figur von Gegenständen nach einem großen Maßstabe zu entwerfen, indem das Bild auf einem Schirm von Papier aufgefangen wurde, auf welchem man die Umrisse mit einer Feder oder Bleifeder nachzog. (Ist das Papier dünn genug, so stellt sich der Zeichner hinter den Schirm und kann so die Zeichnung auf noch bequemere Weise, ohne irgend eine Verhinderung durch den Schatten seiner Hand, vollenden). Die bei weitem nützlichste Anwendung aber, die von dem Lieberkühnschen Mikroskop gemacht werden konnte, bestand in der Untersuchung undurchsichtiger Gegenstände. Dadurch wurden viele wichtige Entdeckungen in der feinen Structur der Schleimhäute des Speisekanals gemacht, Untersuchungen, die den Namen Lieberkühn allein unsterblich gemacht haben, nicht zu gedenken der berühmten Lieberkühnschen Präparate mit den schönen Einspritzungen, wie man sie hauptsächlich in dem Berliner anatomischen Museum findet, von denen jedes sogar mit einem besonderen Mikroskop versehen ist. — Obgleich, wie schon erwähnt, im Jahre 1778 durch Nicolaus Fuß die achromatischen Linsen beim Mikroskope eingeführt wurden, so waren doch Fraunhofers achromatische Mikroskope (München 1811) die ersten, welche zu wissenschaftlichen Forschungen angewendet wurden.

Seit dieser Zeit nun, besonders in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts machte die Vervollkommnung des Mikroskopes bedeutende Fort-

schritte. Die meisten Verdienste gebühren den Franzosen Vincent und Charles Chevalier nebst Selligue, welcher die aplanatischen (ausgleichenden) Linsensysteme erfand und im Jahre 1824 der Pariser Akademie ein nach seinen Angaben und unter seiner Aufsicht von V. u. Ch. Chevalier gefertigtes Mikroskop vorlegte, welches nach einem Berichte von Fresnel alle bisherigen übertraf. Allein trotz dieser Verbesserung that Selligue den in der That charakteristischen Ausspruch, daß ein völlig achromatisches Mikroskop wohl zu den frommen Wünschen gehöre. Dennoch unterliegt es keinem Zweifel, daß mit der Herstellung dieses Mikroskopes ein großer Schritt vorwärts gethan war. Zum ersten Male wurde bei demselben das Prinzip in Anwendung gebracht, ein System mehrerer achromatischer Linsen zu benutzen, ein Prinzip, dem eben unsere heutigen Mikroskope zum guten Theil den Grad der Vervollkommnung verdanken, den sie gegenwärtig besitzen. Auch mußte andererseits der Erfolg der Bemühungen insofern günstig wirken, als er den Muth belebte und die Hoffnung aufrecht erhielt, daß man durch Ausdauer endlich zum Ziele gelangen werde. Charles Chevalier stellte denn auch, durch den Erfolg angespornt, noch in demselben Jahre eine achromatische Linse von nur 8 mm. Brennweite her (dieselbe hatte 4 mm. Durchmesser und 2 mm. Dicke), während die Brennweite des von Selligue angewandten Objectives noch 18 mm. betrug. Nach Harting scheint Chevalier auch der erste gewesen zu sein, der zwischen die Kron- und Flintglaslinse Canada-Balsam brachte, wodurch die Reflexion beim Durchgange der Lichtstrahlen beseitigt wurde und somit auch die Helligkeit zunahm. Nach Quekett dagegen soll Lister zuerst im Jahre 1829 darauf verfallen sein, Canadabalsam zwischen die Linsen zu bringen. Auch Amici in Modena, später in Florenz, trug in dieser Periode mit dem besten Erfolge zur Vervollkommnung des Mikroskopes bei. Die nächste Folge von diesen Errungenschaften war, daß bald auch Andere ihre Kräfte versuchten und somit gewissermaßen zwischen einer großen Anzahl von Mikroskopverfertigern in verschiedenen Ländern ein reger Wetteifer entstand, der, selbstredend, sehr viel zur weiteren Vervollkommnung beigetragen. Auch Astronomen aller Länder beschäftigten sich eingehender mit den theoretischen Prinzipien des Achromatismus. (Eigenschaft oder Zustand der Farblosigkeit der Bilder.) — Obenan stand zunächst unter den Practikern die Firma „Chevalier“ in Paris, welche der Reihe nach durch den Großvater „Vincent“ und den Vater „Charles“ vertreten war und gegenwärtig durch den Enkel „Arthur“ vertreten wird. Dann trat, gleichfalls zu Paris, ein Mann in die Arena, dessen Name noch gegenwärtig den besten Klang hat und mit der Geschichte des Mikroskopes verwebt ist; nämlich: Georg Oberhäuser, gebürtig aus Anspach. Dessen Hauptverdienst ist es, neben dem besten optischen Vermögen, welches sogar die Chevalier'schen Mikroskope überflügelte, die mechanische Einrichtung der Mikroskope möglichst vereinfacht zu haben. Es giebt nach Harting

wohl keine Werkstatt, aus der eine gleich große Zahl von Mikroskopen hervorgegangen ist. Als Beleg führt er an, daß er selbst im Jahre 1848 ein großes Mikroskop mit der Nummer 1550, und Professor Vrolik im März 1850 eins mit der Nummer 1786 erhalten habe, so daß also in noch nicht ganz anderthalb Jahren 236 Mikroskope aus dieser Werkstatt geliefert worden sind. Im Jahre 1859 erhob sich die Ziffer der dort gefertigten Mikroskope bereits auf mehr denn 3000. Im Jahre 1857 verband sich Oberhäuser mit seinem Neffen E. Hartnack, welcher drei Jahre später das ganze Geschäft übernahm, welches auch noch heute von ihm betrieben wird. Besondere Erwähnung neben Chevalier und Oberhäuser verdient noch Nachet in Paris. Seit der vorhin erwähnten Zeit, etwa seit 1830, ist es vorwiegend das deutsche Element, welches, wenn auch theilweise im Auslande, die Vervollkommnung des Mikroskopes unausgesetzt im Auge behielt und diesem Instrumente noch heute die sorgfältigste Pflege und Aufmerksamkeit widmet. Die Namen Georg Merz (Nachfolger von Fraunhofer) in München, Simon Plößl in Wien, Pistor und F. W. Schiek in Berlin repräsentiren die ältesten Firmen, welche sich in Deutschland Ruf erwarben. Im Jahre 1832 verglich der berühmte und um die mikroskopische Welt hochverdiente Professor Ehrenberg zu Berlin die Mikroskope von Chevalier, von Plößl und von Schiek mit einander und gab denen des Letzteren den Vorzug vor den beiden andern. Weniger verbreitet, als die Instrumente von Plößl und von Schiek, sind die Mikroskope von Pistor und Martins in Berlin, früher Pistor und Hirschmann. Unter den späteren Mikroskopverfertigern hat sich F. A. Nobert, früher in Greifswald, jetzt zu Barth in Pommern wohnhaft, durch Erfindung des zur Prüfung des optischen Vermögens vorzüglichen Probetäfelchens (Nobertsche Platte) vortheilhaft bekannt gemacht. Eine Abhandlung darüber findet sich in Poggendorffs Annalen 1846. LXVII, S. 173. In der neuesten Zeit haben sich nach Harting Carl Kellner in Wetzlar (1849) und dessen Nachfolger Fr. Belthle (1856), Rudolf Wasserlein und Louis Bénèche in Berlin als Mikroskopverfertiger einen Namen gemacht, und zwar nach des Verfassers Ansicht in der Weise, daß bisher Niemand dem Andern den Rang streitig zu machen im Stande war. Wasserlein liefert gegenwärtig höchst vortreffliche kleine Mikroskope mit 2 Systemen und 1 Ocular, welche eine 70- bis 300fache Linearvergrößerung geben und folglich für viele Untersuchungen vollkommen ausreichend sind. Ein solches, höchst zweckmäßig eingerichtetes Mikroskop kostet mit Kasten und Zubehör nur 12 Thaler. Aehnliche vorzügliche Mikroskope im Preise von 15—20 Thalern liefert auch Louis Bénèche in Berlin. Den Genannten reiht Harting noch folgende Fabrikanten an: Franz Schmidt und Hänsch in Berlin, Zeiß in Jena, bereits früher durch Verfertigung einfacher Mikroskope vortheilhaft bekannt, Hensoldt in Sonneberg, Hugo Schröder in Hamburg, M. Baader in München,

welcher laut Nägeli und Schwendner kleine, äußerst preiswürdige Instrumente für 45 Gulden liefert; Professor Bruno Hasert in Eisenach, und thut schließlich noch des Patent-Schul- und Salonmikroskopes von Engell und Comp. in Wabern bei Bern mit der Hauptniederlage bei Schäffer und Budenberg in Buckau-Magdeburg Erwähnung. Dasselbe eigne sich recht gut zur Demonstration solcher Objecte, die keiner zu starken Vergrößerung bedürfen. Außerdem werden noch gute Mikroskope geliefert von Wappenhans in Berlin und Gundlach in Charlottenburg.

Männer, welche sich gleichzeitig in England, woselbst die Verbreitung des Mikroskopes schon eine allgemeinere ist, wie bei uns, um die Herstellung leistungsfähiger Instrumente verdient gemacht haben, sind Goring, Tulley, Lister, Pritchard, Andrew und Thomas Roß (Vater und Sohn), Powell und Lealand, Smith und Beck. Letztere Drei sind gegenwärtig auch Inhaber der Hauptfirmen Londons.

Werfen wir nun zum Schluß noch einen Blick auf das in neuerer Zeit in Gebrauch gekommene Hydrooxygengas- (Wasser-Sauerstoffgas) Mikroskop! Dasselbe ist ähnlich construirt, wie das bereits geschilderte Sonnen-Mikroskop. Die Beleuchtung wird bei demselben durch das sogenannte Drummondsche Kalklicht erzielt, welches durch Verbrennung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas*) auf einer Kreidekugel in einer viereckigen Büchse, in welche die Gase aus zwei Gasometern geleitet werden, erzeugt wird.**) (Eine noch viel stärkere Beleuchtung kann durch das electrische Kohlenlicht hervorgebracht werden, welches man dadurch gewinnt, daß man einen electrischen Strom aus einer starken galvanischen (Voltaschen) Batterie zwischen zwei Kohlenspitzen durchgehen läßt.) Alle diese Mikroskope bringen zwar kolossale Vergrößerungen hervor, sind aber zu wissenschaftlichen und überhaupt zu speciellen Untersuchungen durchaus nicht brauchbar. Zum Theil fehlt nämlich den durch sie erzeugten Bildern die nöthige Schärfe; ferner gestatten sie nicht, die Objecte während der Untersuchung weiter zu präpariren, und außerdem ertragen nur wenige Objecte die durch die Concentration der Wärmestrahlen erzeugte, sehr bedeutende Hitze, ohne sofort zu Grunde zu gehen. Wohl aber eignen sich solche Mikroskope sehr gut zu populären und unterhaltenden Vorträgen über die Mikroskopie. Man findet sie daher auch meist nur in den Händen umherreisender Optiker, welche damit öffentliche Schauvorstellungen zu geben pflegen und mittelst des Aushängeschildes der „colossalen quadratischen Vergrößerung" bei der großen Masse des Publikums in der Regel den gewünschten Erfolg nicht verfehlen.

---

*) Sogenanntes Knallgas, ein Gemisch von 2 Theilen Wasserstoff und 1 Theile Sauerstoff.

**) Drummond, Capitän im Ingenieur-Corps der brittischen Armee, benutzte dieses Licht zuerst als Signallicht und machte es mit Hülfe eines parabolischen Scheinwerfers auf eine Entfernung von 15 Meilen hin sichtbar.

Aus dieser geschichtlichen Uebersicht von den allmählichen Verbesserungen des Mikroskopes, freilich nur in großen Zügen, erhellt, daß, sowie verschiedene Stände, als: Astronomen, Gelehrte — darunter Hauptsäulen der Naturwissenschaften — Optiker und Mechaniker, die gewissermaßen das Band zwischen der Theorie und Praxis bilden, indem sie dasjenige wirklich nutzbar machen, was die Wissenschaft aufgefunden hat, Träger und Pfleger dieses Instrumentes gewesen sind, so auch verschiedene Länder, namentlich Holland, England, Frankreich, Deutschland und Italien in selbstlosem Eifer ihr Contingent zur Anbahnung der Höhe seiner gegenwärtigen Vollkommenheit gestellt haben. Wenn Holland stolz darauf sein darf, das Vaterland des zusammengesetzten Mikroskopes, wie auch des Teleskopes, zu sein, so gebührt dagegen Italien, der Wiege der Künste und Wissenschaften, die Ehre, unter seinem Himmel die ersten Früchte für die Wissenschaft durch beide Instrumente gesammelt zu haben. Galilei richtete sein Teleskop nach dem Himmel und entdeckte das System der Jupitersmonde, und Franzisco Stelluti untersuchte schon 1625, ein Jahr später, als das Mikroskop nach Rom gekommen war, verschiedene Theile der Biene damit und machte seine Beobachtungen bekannt. Nach einer Angabe von Leibnitz soll nach Köln das erste Mikroskop aus England gekommen sein und zwar im Jahre 1638.

IV.

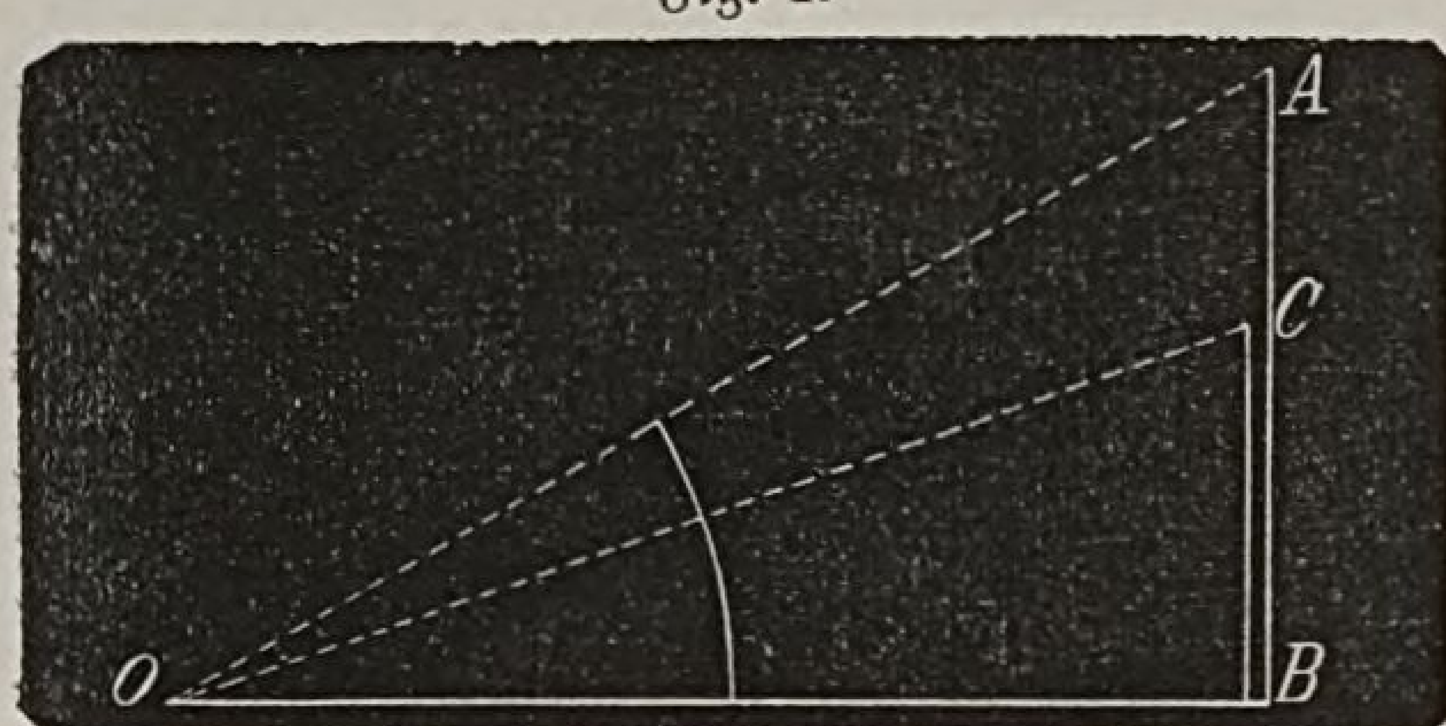
Vorkenntnisse aus der Optik.

Bevor wir nun an die Beschreibung des Mikroskopes und seiner einzelnen Theile gehen, erachten wir es für nothwendig, den Leser mit den wichtigsten Gesetzen der Optik vertraut zu machen, ohne deren Kenntniß es schwer halten dürfte, von der Construction, resp. Wirkung des Mikroskopes eine klare Vorstellung zu erzielen. Wir abstrahiren dabei von dem mechanischen Theil, dem äußeren Körper, und wenden uns nach einer kurzen Einleitung über Beleuchtung direct zu dem optischen Theile, dessen wesentliche Bestandtheile „die Linsen" ausmachen.

Von jedem leuchtenden oder erleuchteten Körper, welcher sich in unserem Gesichtsfelde befindet, gehen Strahlen aus und gelangen in unser Auge, sobald nicht ein undurchsichtiger Körper den Durchgang des Lichtes hindert. Die Stärke der Beleuchtung oder die Helligkeit eines Gegenstandes ist aber durch die Entfernung desselben von der Lichtquelle bedingt und nimmt auf eine ganz eigenthümliche Weise ab, nämlich, wie die Gelehrten auf Grund von Berechnung es ausdrücken:

„im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen"; d. h. in doppelter Entfernung ist die Helligkeit des erleuchteten Gegenstandes $2 \times 2 = 4$ mal, bei der dreifachen Entfernung $3 \times 3 = 9$ mal schwächer, als bei der einfachen Entfernung u. s. w.; aber umgekehrt: bei der halben Entfernung 4 mal, bei dem dritten Theil der Entfernung 9 mal so intensiv, als bei einfacher Entfernung. Die scheinbare Größe indessen, in welcher wir einen Körper erblicken, ist durch den Winkel bedingt, welchen die von seinen entgegengesetzten äußersten Endpunkten ausgehenden Strahlen bei ihrer Kreuzung in unserem Auge bilden. Dieser Winkel, Gesichtswinkel genannt, wird größer oder kleiner, je nachdem wir uns einem Gegenstande nähern oder von demselben entfernen. Blicken wir z. B. im Freien nach einem am fernen Horizonte sichtbaren Thurme, so erscheint uns derselbe verschwindend klein, ja, wir können denselben für unser Auge ganz verdecken, wenn wir einen Finger in geringer Entfernung vor dasselbe halten; das Verdecken des Thurmes wird uns aber unmöglich, wenn wir uns in seiner unmittelbaren Nähe befinden. Im ersten Falle bilden also die von den Endpunkten des Fingers ausgehenden Strahlen einen größeren Gesichtswinkel, als der in der Ferne befindliche Thurm. Bei Gegenständen von gleicher Entfernung richtet sich der Gesichtswinkel natürlich nach der relativen Größe derselben. Der Stab AB erscheint uns unter dem Gesichtswinkel AOB; der eben so weit entfernte kleinere Stab CB dagegen unter dem Gesichtswinkel COB; daher sehen wir CB kleiner als AB. Aus gleichem Grunde scheinen Baumalleen, die Häuserreihen langer Straßen, die parallelen Schienen einer Eisenbahn sich mehr und mehr zu nähern, je mehr die Entfernung von unserem Auge zunimmt. Wir sehen nämlich wiederum den Abstand der beiden Baumreihen ꝛc. in der Entfernung unter einem weit kleineren Gesichtswinkel als in der Nähe. Auch Sonne und Mond, die doch in Bezug auf Größe und Entfernung himmelweit verschieden sind, stellen sich unserem Auge von scheinbar gleicher Größe dar, weil sie uns nahezu unter demselben Gesichtswinkel erscheinen. Auf der richtigen Beobachtung des Gesichtswinkels, unter welchem uns die Gegenstände sich darstellen, beruht auch die Kunst des perspectivischen Zeichnens. Soviel von der Wirkung der Lichtstrahlen bei geradliniger Fortpflanzung! — Die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes wird aber unterbrochen, sobald Strahlen in schräger Richtung (nicht unter einem rechten Winkel) aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes von größerer oder geringerer Dichtigkeit übergehen. In diesen Fällen tritt nämlich eine Ablenkung oder Richtungs-Veränderung der Strahlen ein, welche man „Brechung"

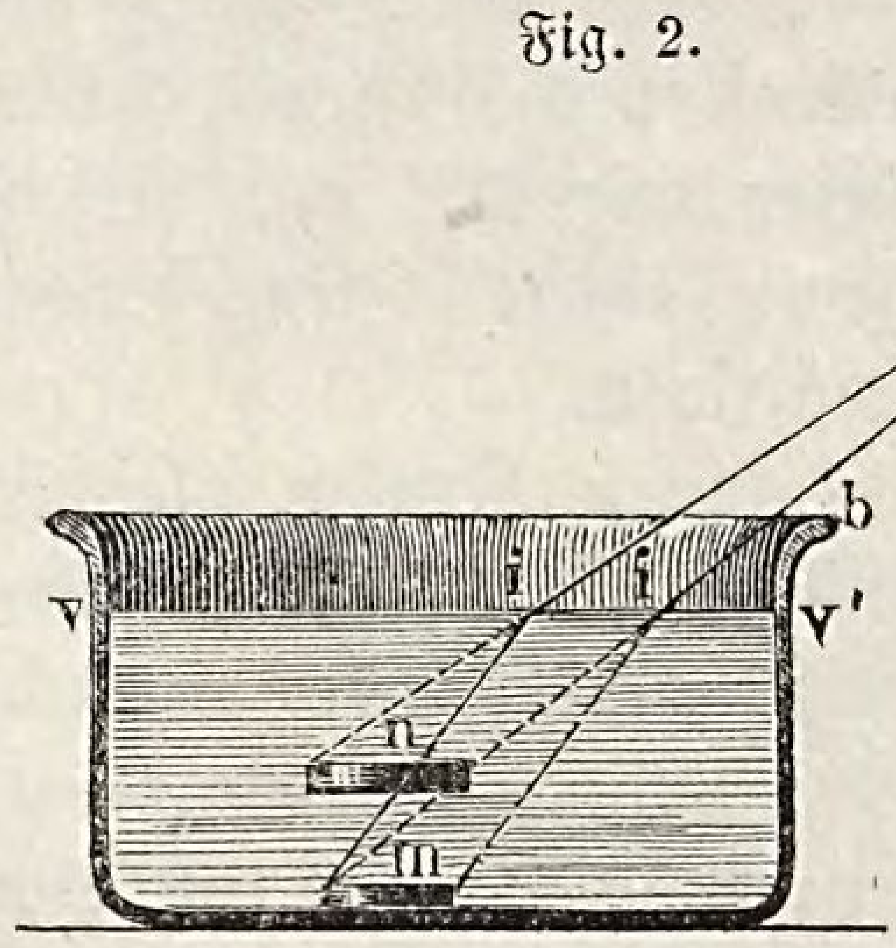
Fig. 1.



oder „Refraction“ nennt. Daß eine solche Ablenkung stattfindet, davon hat sich wohl Jeder überzeugt, der bei einer Wasserfahrt die eingetauchten Ruder an der Grenzfläche der beiden Mittel, (Luft und Wasser) dem Wasserspiegel, beobachtete. Es erscheint nämlich ein im Wasser schrägstehender Stab von oben gesehen wie gebrochen, so daß der im Wasser befindliche Theil der Wasserfläche genähert erscheint. Auch kann man sich von der Brechung der Lichtstrahlen auf einfache Weise dadurch überzeugen, indem man ein Stück Fensterglas so auf ein bedrucktes Blatt legt, daß die halben Zeilen bedeckt werden; alsdann erscheinen die Buchstaben, wenn man von oben herabsieht, an ihrer Stelle, von der Seite gesehen, aber von ihrer Stelle verrückt. Einen dritten Beweis liefert folgendes bekannte Experiment. Man lege auf den Boden einer leeren Tasse eine Münze und stelle sich mit dem Gesichte so, daß dieselbe gerade durch den Rand der Tasse verdeckt wird. Darnach lasse man langsam Wasser in die Tasse gießen und sogleich wird die Münze sichtbar werden. Die von der Münze ausgehenden Strahlen konnten ursprünglich nicht in gerader Linie in unser Auge gelangen; da dies nachträglich aber der Fall ist, so müssen sie an der Grenzfläche solche Ablenkung erfahren, daß die Münze dadurch gehoben erscheint.

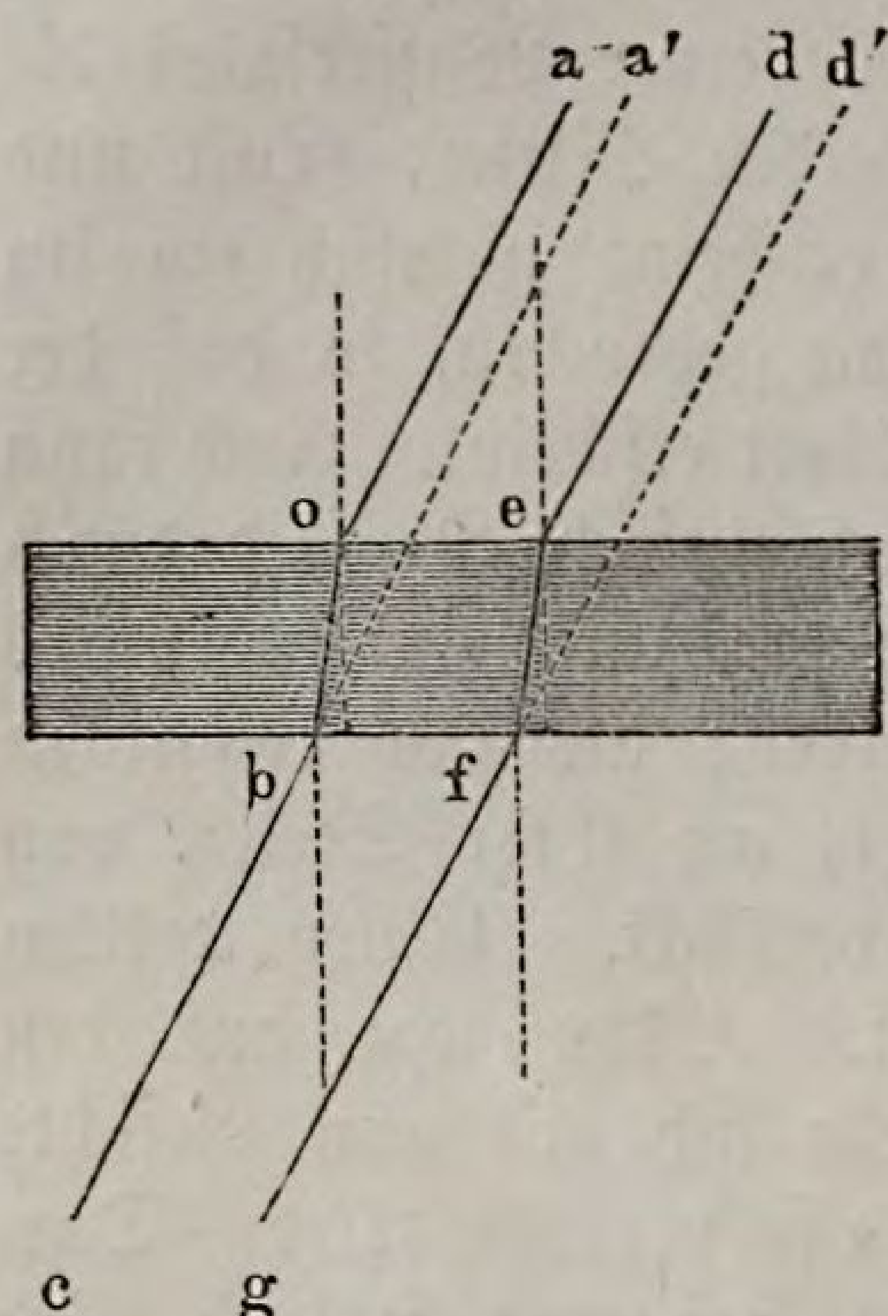
Die Strahlen pflanzen sich sowohl im Wasser, wie in der Luft 2c. in geraden Linien fort. Die von der Münze *m* ausgehenden Strahlen gehen nach Fig. 2 in der Richtung *m i a*. Daraus ergiebt sich, daß die Lichtstrahlen nicht in gerader Linie von der Münze *m* in unser Auge gelangen, sondern vielmehr beim Austritt aus dem Wasser (*v v'*) die aus der Fig. 2 ersichtliche Richtungs-Veränderung erleiden. Ferner folgt daraus, daß wir überhaupt einen Gegenstand in der Richtung zu sehen glauben, in welcher die Lichtstrahlen in unser Auge gelangen; also die Münze *m* an der Stelle von *n*.

Fig. 2.



Anders ist die Sache, wenn ein Strahl aus einem Mittel in ein anderes übergegangen ist (etwa aus Luft in Glas) und wieder in das erstere eintritt; dann sind nämlich zwei Fälle möglich: entweder ist die Grenzfläche, durch welche er eingetreten ist, parallel der, durch welche er austritt; dann bekommt der Lichtstrahl seine ursprüngliche Richtung wieder und erleidet nur eine seitliche Verschiebung; s. Fig. 3; — (ein in *c* und *g* befindliches Auge wird den Gegenstand, von dem die Strahlen *a o* und *de* kommen, in der Richtung *c a'* und *g d'* wahrnehmen;) oder die zweite Fläche ist der ersten nicht parallel, und in diesem Falle behält der austretende Lichtstrahl eine andere Richtung als der eintretende. Letzteres findet beim Prisma (gläserne oder durchsichtige Ecksäule mit 3 Seitenflächen) statt, von dem Fig. 4 einen Durchschnitt darstellt.

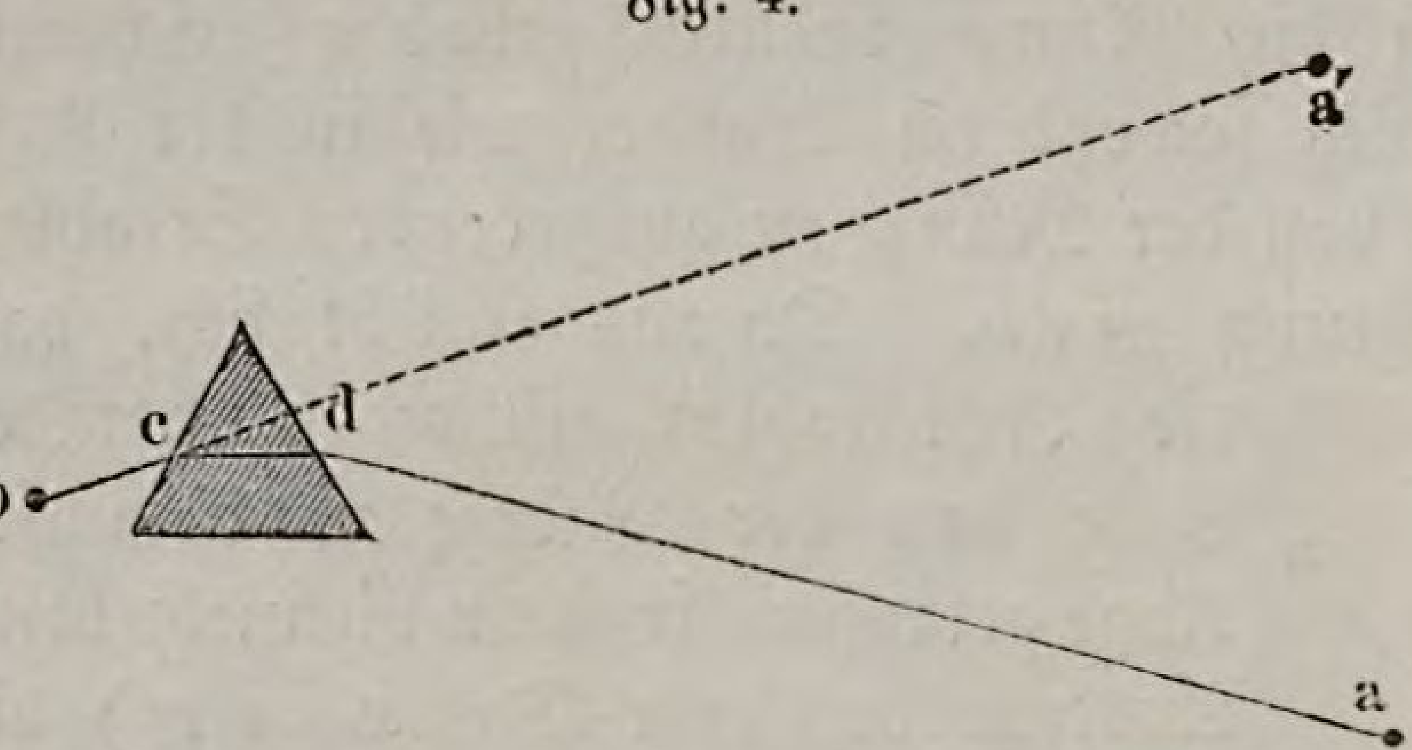
Fig. 3.



Das Auge *o* erblickt durch das Prisma den Gegenstand *a* in *a'*, also bedeutend nach oben verrückt; nach unten verrückt erscheinen dagegen die Gegenstände, wenn man die brechende Kante nach unten richtet, weil nämlich alle Gegenstände, durch das Prisma betrachtet, nach der Seite der brechenden Kante hin verrückt erscheinen.

Die Entdeckung und wissenschaftliche Feststellung des Brechungsgesetzes ist das Verdienst eines niederländischen Gelehrten, Namens Snellius (1620). Dasselbe ist jedoch zuerst von Cartesius oder Descartes (1649), der vorher die Papiere des Snellius gesehen hatte, bekannt gemacht worden. Besonders merkwürdig und wichtig ist die Brechung des Lichtes durch erhaben- oder hohlgeschliffene Gläser, „die Linsen." Auf dieser Anwendung der Brechung, welche Strahlen erleiden, wenn sie aus Luft in Glaslinsen übergehen und dann wieder in Luft zurückkehren, beruht eben die Wirkung des Mikroskopes, und daher müssen wir uns mit diesem Thema etwas eingehender beschäftigen.

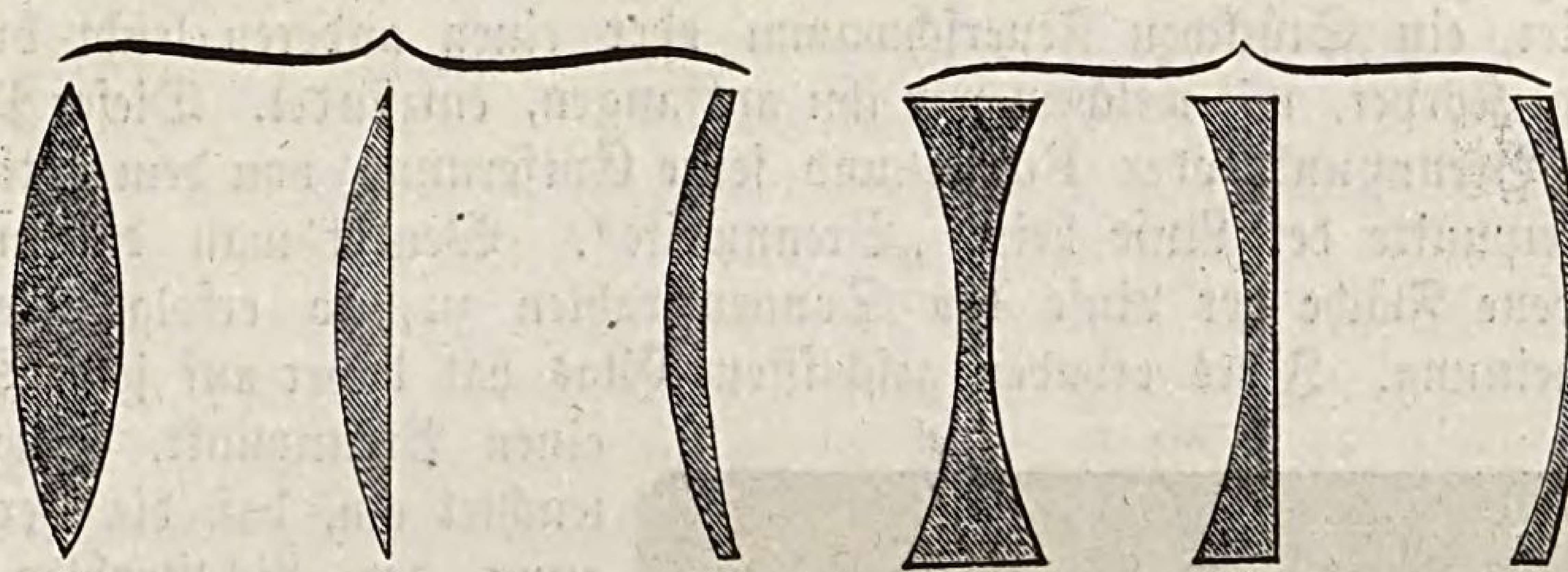
Fig. 4.



Linsen nennt man durchsichtige, der bekannten Frucht gleichen Namens ähnliche Körper, welche die Eigenschaft besitzen, das Zusammenlaufen (Convergenz) oder das Auseinanderlaufen (Divergenz) durchgehender Strahlen zu vergrößern oder zu verkleinern. In der Regel bestehen dieselben aus Glas, doch können sie auch aus jedem anderen durchsichtigen, stark brechenden Material, wie Diamanten, Rubinen, Sapphiren, Topasen, Granaten, namentlich den schwach purpur gefärbten von Grönland ꝛc. verfertigt werden. Wir beschäftigen uns hier nur mit solchen Linsen, deren Grenzflächen Stücke von Kugeloberflächen sind, weil diese allein zu Mikroskopen verwendet werden. Sämmtliche Linsen zerfallen in zwei Gruppen. Entweder sind sie in der Mitte dicker als am Rande und dann auf beiden oder mindestens auf einer Seite erhaben geschliffen, — (in welchem Falle sie erhabene Gläser oder Convexlinsen heißen) oder die Gläser sind in der Mitte dünner als am Rande und entweder auf beiden Seiten oder doch auf der einen kugelförmig vertieft- oder hohlgeschliffen; (sie heißen alsdann Hohlgläser oder Concavlinsen). Jede dieser Hauptarten umfaßt drei Unterarten; demnach

unterscheidet man 6 verschiedene Arten von Linsen, welche Fig. 5 im Durchschnitt darstellt.

Fig. 5.



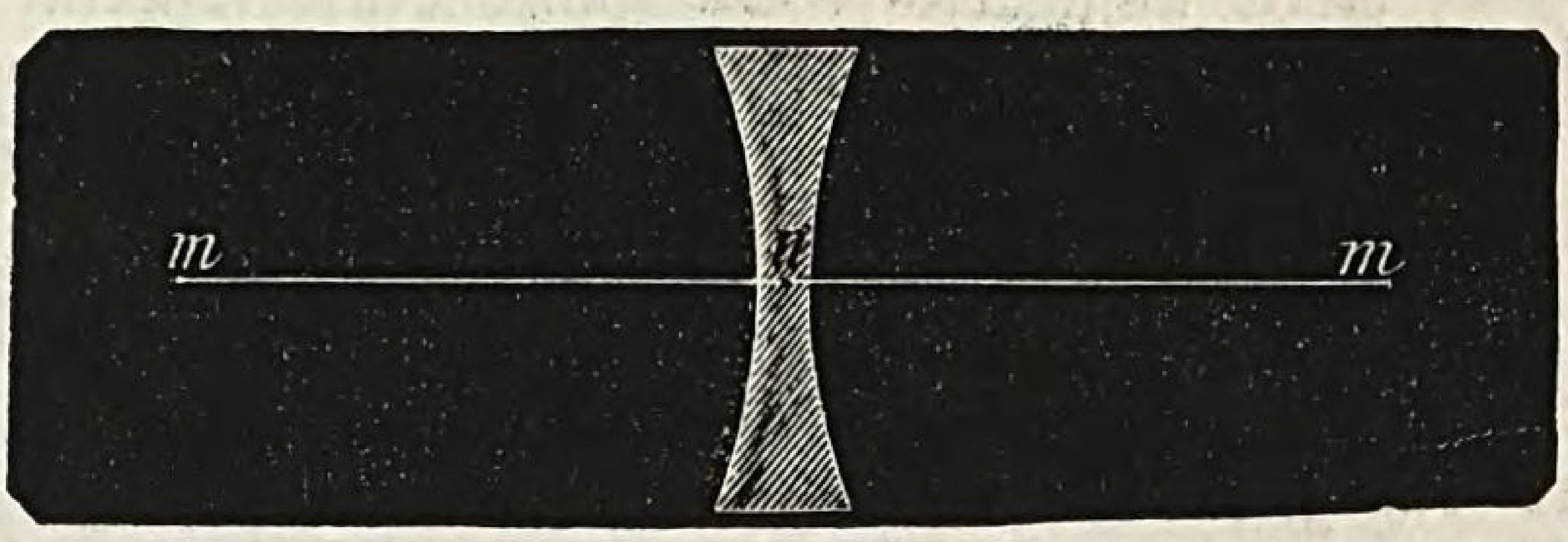
1 2 3 1 2 3

1) biconvex (an beiden Flächen erhaben gekrümmt);
2) planconvex (eine Seite eben, die andere erhaben);
3) concavconvex (eine Seite hohl, die andere erhaben);

1) biconcav (doppelthohl);
2) planconcav (eine Seite eben, die andere hohl);
3) concavconvex (eine Seite hohl, die andere erhaben).

Die drei ersten pflegt man ihrer Wirkung wegen auch „Sammellinsen“ und die drei letzten „Zerstreuungslinsen“ zu nennen. Eine gerade Linie, welche die beiden Mittelpunkte der Kugeln, von denen die Linsenflächen Abschnitte sind, mit einander verbindet, heißt die Achse der Linse. Sie geht bei einer gut gearbeiteten Linse zugleich durch den Mittelpunkt (das optische Centrum) und steht auf beiden Flächen senkrecht. Siehe Fig. 6.

Fig. 6

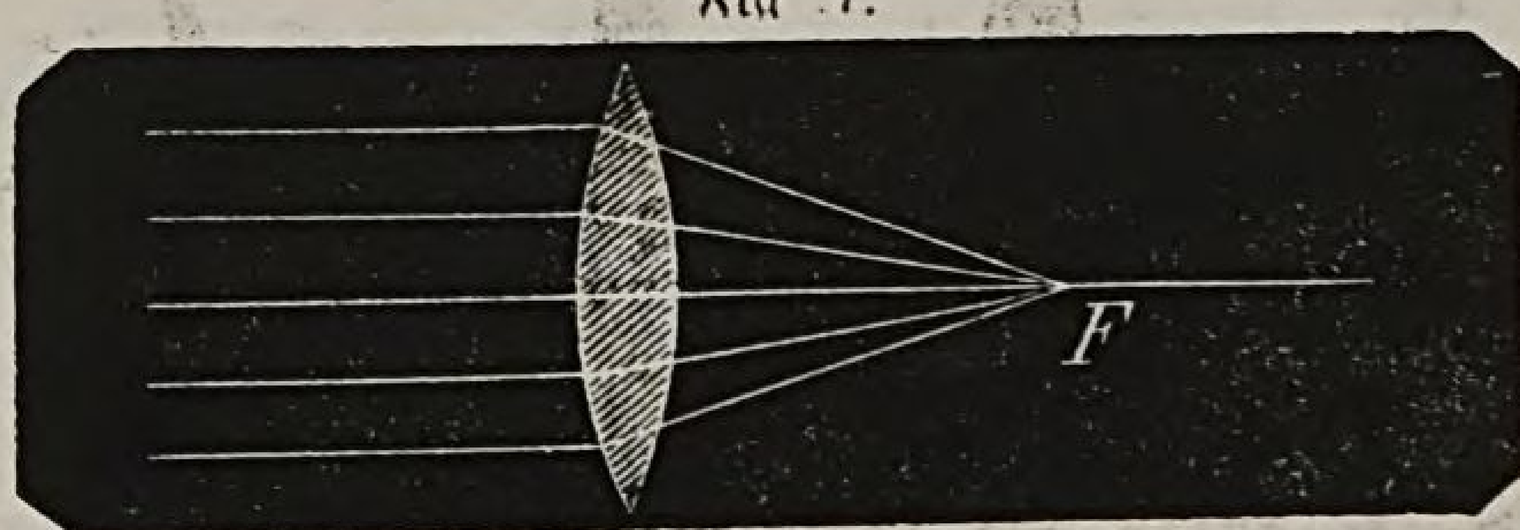


(*m*, *m* sind die Mittelpunkte der Kugeln, zu denen sie gehören (geometrische Mittelpunkte) und *n* ist der optische Mittelpunkt; die gerade Linie, welche die geometrischen Mittelpunkte verbindet, heißt die Achse.)

Für unsere Zwecke ist es ausreichend, wenn wir nur die Wirkung der beiden Repräsentanten jeder Gruppe, der biconvexen und biconcaven Linse, betrachten. Beide Hauptformen sind uns aus dem Leben bekannt; erstere als Brennglas, letztere als ein Glas aus der Brille eines Kurzsichtigen. Um die Wirkung, welche eine vor das Auge gehaltene Convexlinse bei Betrachtung nahe gelegener Gegenstände äußert, zu erläutern, wird folgende Darstellung der Ablenkung, welche Lichtstrahlen beim Durchgange durch eine derartige Linse erleiden, genügen.

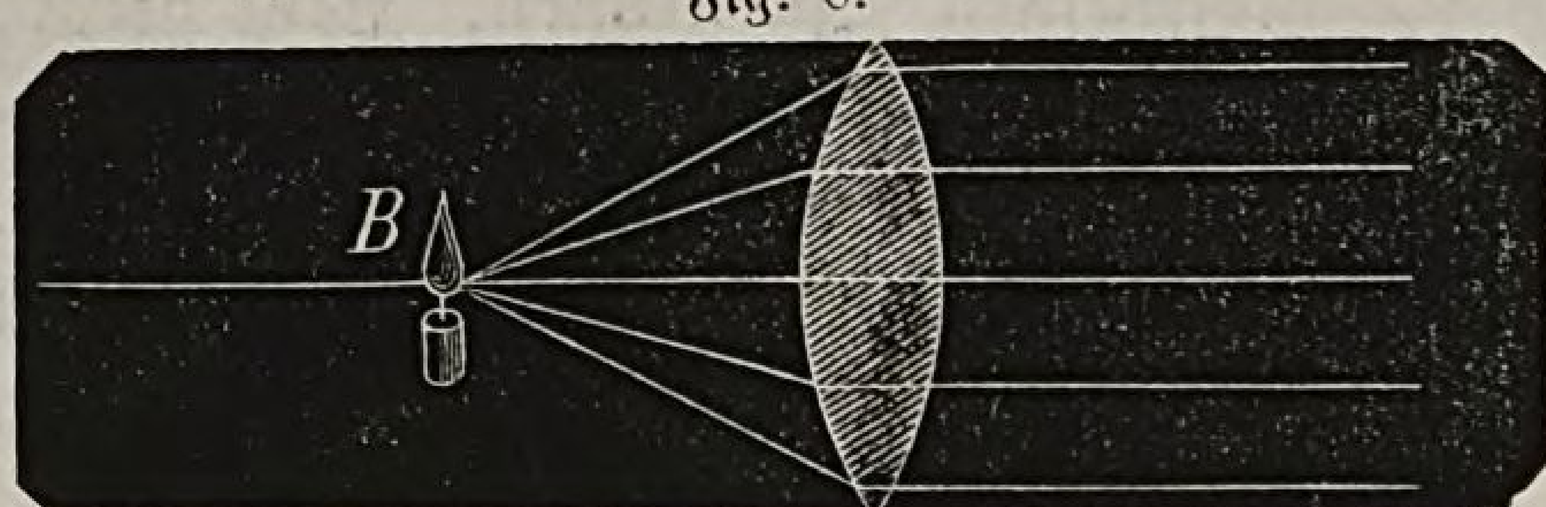
Halten wir ein Brennglas so gegen die Sonne, daß ihre Strahlen parallel mit der Achse auffallen, so vereinigen sich dieselben auf der entgegengesetzten Seite in einem blendend weißen Punkte, der ein Blatt Papier, ein Stückchen Feuerschwamm oder einen anderen leicht brennbaren Körper, mit welchem wir ihn auffangen, entzündet. Dieser Punkt heißt Brennpunkt oder Focus und seine Entfernung von dem optischen Mittelpunkte der Linse heißt „Brennweite". Wendet man die andere erhabene Fläche der Linse den Sonnenstrahlen zu, so erfolgt dieselbe Erscheinung. Jedes erhaben geschliffene Glas hat daher auf jeder Seite einen Brennpunkt. Zugleich leuchtet ein, daß die Vereinigung der Lichtstrahlen im Brennpunkte durch Brechung (Refraction) geschieht. Siehe Fig. 7. Wiederholt man denselben Versuch mit einer Kerze, so beobachtet man gleichfalls, daß die durch die Linse hindurchgehenden Strahlen sich hinter derselben wieder in einem Punkte vereinigen. Mißt man die Entfernung dieses Punktes von der Linse, so ergiebt sich, daß dieselbe größer ist, als die des Vereinigungspunktes der Sonnenstrahlen.

Fig. 7.



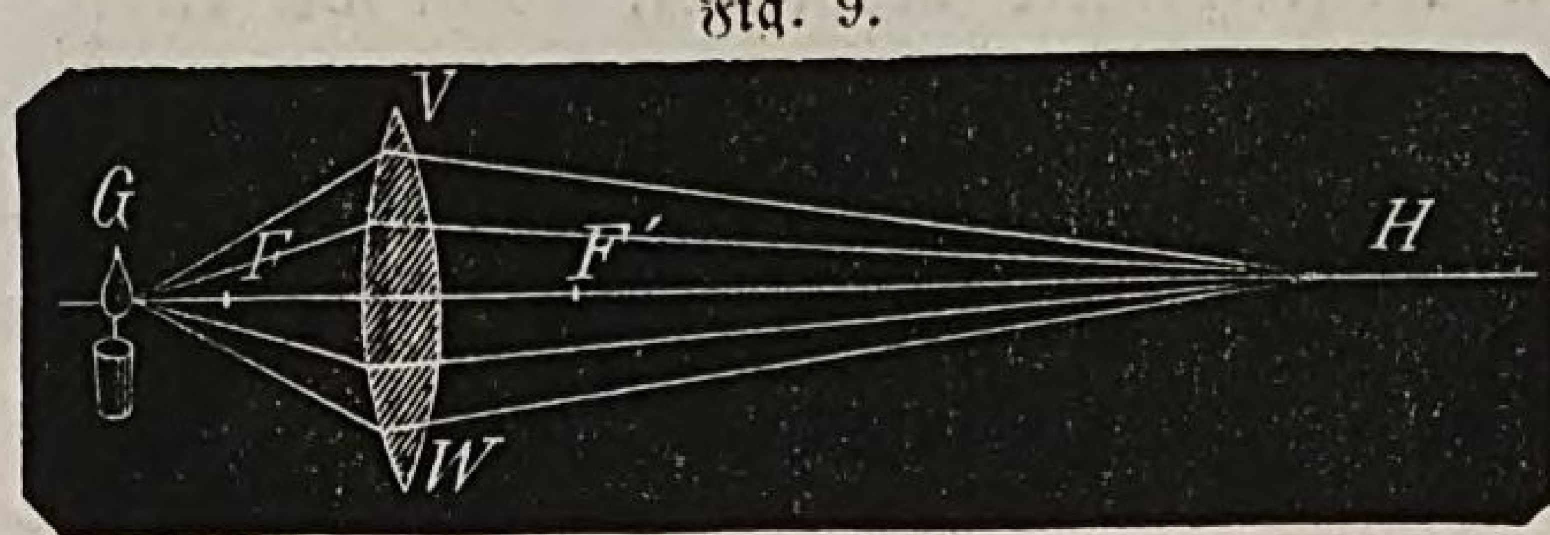
Die umgekehrte Erscheinung von Fig. 7 tritt ein, wenn die Lichtstrahlen von dem Brennpunkte ausgehen. Siehe Fig. 8. In dem Brennpunkte *B* werde eine brennende Kerze aufgestellt. Die ganze Linse erscheint mit einem hellen Lichtschimmer angefüllt. Werden bei Fig. 7 die parallel mit der Achse auffallenden Strahlen nach dem Brennpunkte hin gebrochen, so werden umgekehrt die vom Brennpunkte aus einfallenden Strahlen durch die Brechung mit der Achse parallel. Daher läßt sich die erhabene Linse als Beleuchtungslinse anwenden.

Fig. 8.



Wird dagegen die Kerze weiter von der Linse nach *G* entfernt (Fig. 9.), und werden mithin die von ihr auf die Linse fallenden Strahlen schwächer als im vorigen Falle auseinandergehen, so tritt der Fall ein, daß sie hinter der Linse nicht in paralleler, sondern in convergirender Richtung austreten und in einem auf der Verlängerung der Linsenachse liegenden Vereinigungspunkte *H* zusammentreffen. (Je weiter sich der leuchtende Punkt (*G*) von der Linse entfernt, desto mehr wird der Vereinigungspunct (*H*) gegen die hintere Seite der Linse hinrücken, bis der leuchtende Punkt in unendlicher Entfernung von der Linse steht und folglich Parallel-

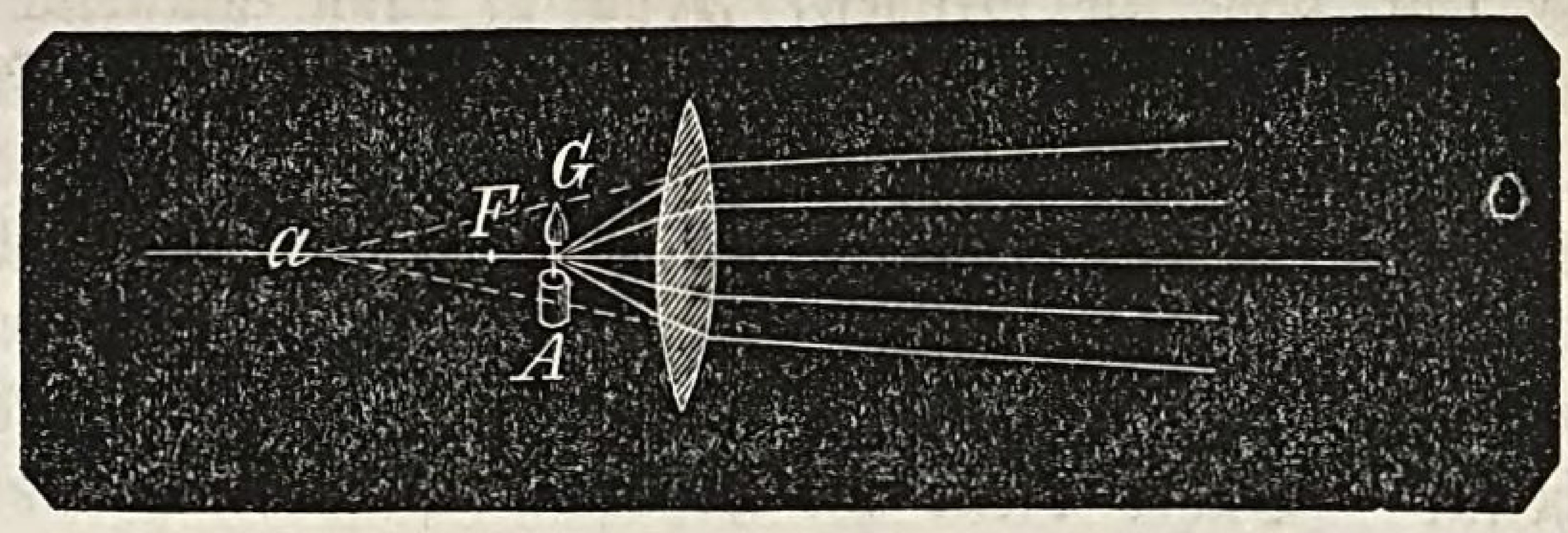
Fig. 9.



strahlen auf dieselbe schickt, in welchem Falle der Vereinigungspunkt *H* mit dem hinter der Linse liegenden Hauptbrennpunkte *F* zusammenfällt. (S. Fig. 7.)

Rückt man dagegen die Kerze *G* näher zur Linse (Fig. 10.), als der Brennpunkt *F*, so ist die Linse nicht mehr im Stande, den stark auseinanderlaufenden Strahlen eine convergirende oder parallele Richtung zu ertheilen, sondern dieselben treten hinter der Linse in einer auseinandergehenden Richtung aus, jedoch unter einem kleinern Winkel als vor ihrem Eintritt; und zwar so, daß die Strahlen, rückwärts verlängert, sich in einem Punkte (*a*) schneiden, welcher der Linse ferner liegt, als der wirkliche Ausgangspunkt. Durch die Linse gesehen, scheint

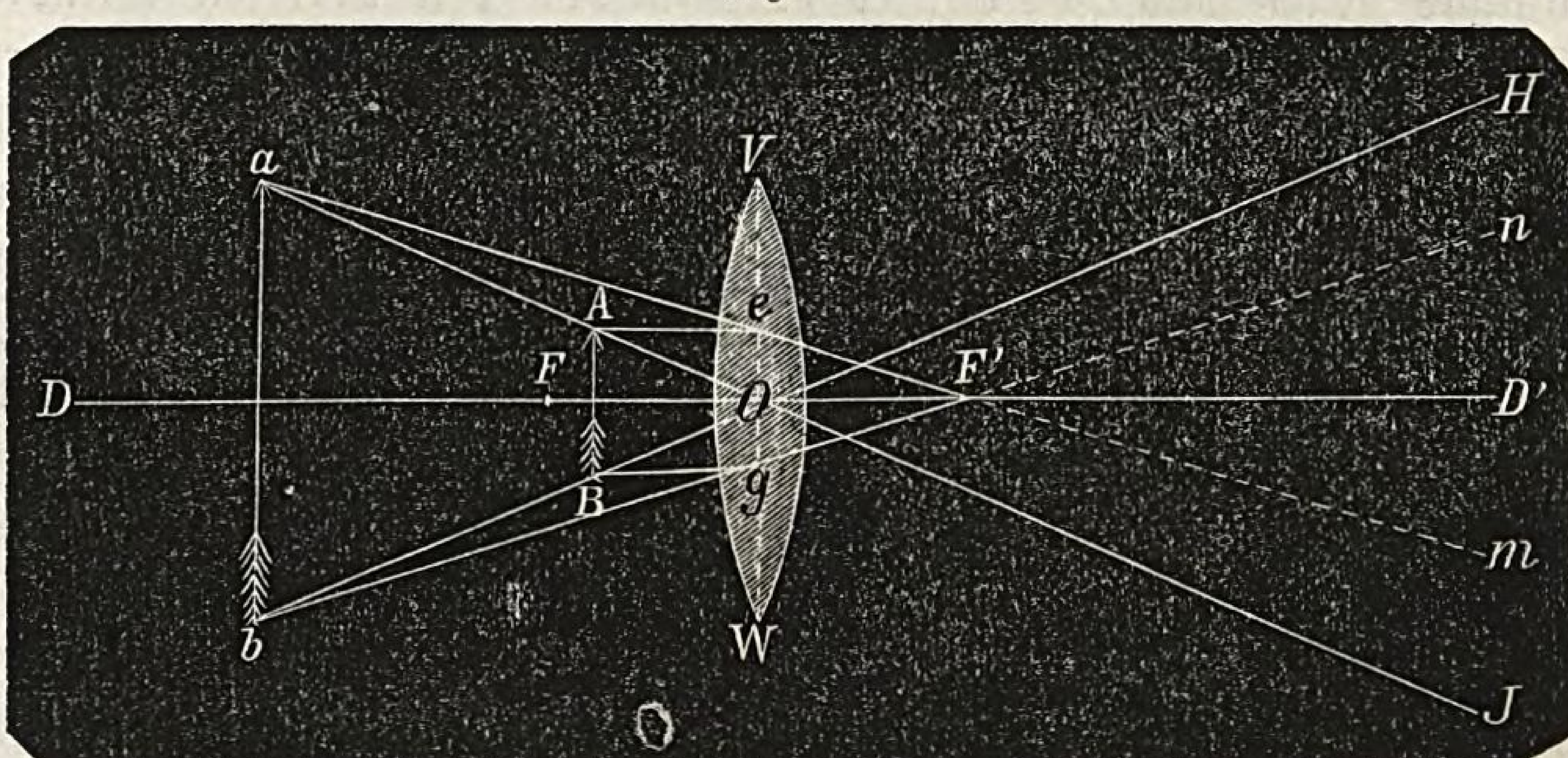
Fig. 10.



daher Punkt *A* sich in *a* zu befinden; wiederum ein Beleg für die vorher ausgesprochene Behauptung, daß wir einen Gegenstand oder Punkt in der Richtung vermuthen, in welcher die Lichtstrahlen in unser Auge gelangen.

Wie erscheint nun, durch eine erhabene Linse gesehen, ein innerhalb ihrer Brennweite befindlicher Gegenstand? Siehe Fig. 11.

Fig. 11.

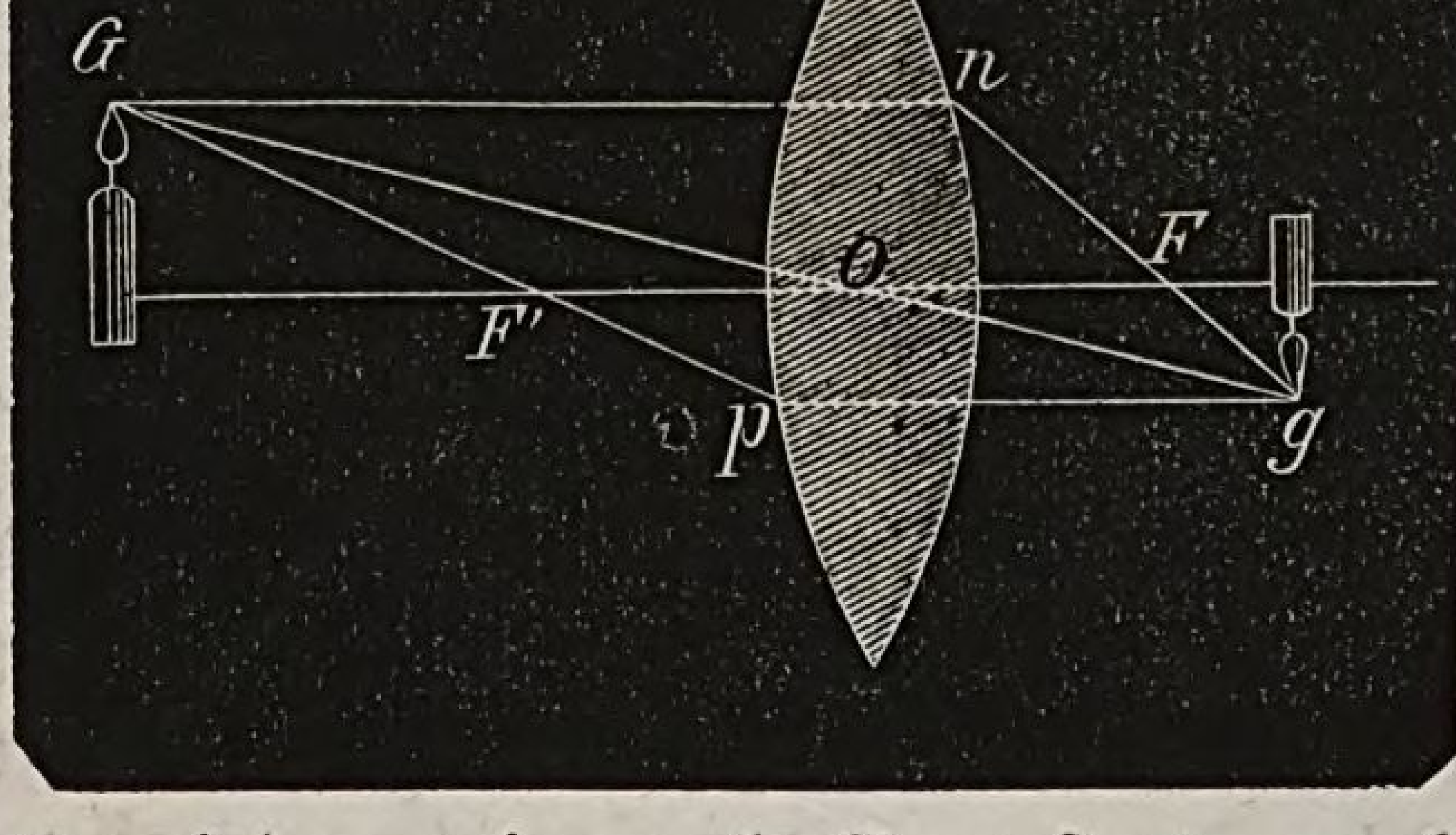


Ist *VW* die Linse, *AB* der betrachtete Gegenstand, *DD'* die Achse, *FF'* der beiderseitige Brennpunkt, so wird der von *A* parallel mit der Achse einfallende Strahl *Ae* in den Brennpunkt *F'* gebrochen, so daß er in der Richtung *em* in's Auge gelangt; der durch den Mittelpunkt der Linse (*O*) gehende Strahl *AO* erleidet keine Ablenkung und trifft das Auge in der Richtung *AOJ*. Das von beiden Strahlen getroffene

Auge versetzt den Punkt A in denjenigen Punkt, aus welchem dieselben herzukommen scheinen, also nach a; in gleicher Weise versetzt es den Punkt B nach b, mithin stellt sich ihm AB in ab dar. Alle von einem Punkte des Gegenstandes AB ausgehenden Strahlen divergiren nach ihrem Durchgange durch die Linse also gerade so, als ob sie von den entsprechenden Punkten des Bildes ab herkämen. Ein hinter der Linse befindliches Auge wird aber den Gegenstand durch die Linse deutlich sehen können, wenn sich das Bild ab überhaupt in der Weite des deutlichen Sehens befindet. In diesem Falle aber liegt der Gegenstand selbst dem Auge weit näher; ohne die Linse würde man ihn also nicht mehr deutlich sehen können. Die vergrößernde Kraft der Linse ist mithin wesentlich darin zu suchen, daß sie es möglich macht, den Gegenstand dem Auge sehr nahe zu bringen, wodurch dann natürlich auch der Sehwinkel vergrößert wird. Auf diese Weise macht uns Fig. 11 begreiflich, wie eine einfache Sammellinse als Mikroskop dienen kann. Weil wir Punkt A in a und Punkt B in b zu sehen glauben, so folgt daraus, daß, durch eine erhabene Linse gesehen, ein innerhalb ihrer Brennweite befindlicher Gegenstand in aufrechter, vergrößerter Gestalt erscheint. (Daher dient die erhabene Linse auch als Vergrößerungs- und Leseglas.)

Das bei Fig. 7 erwähnte kleine Sonnenbild, welches sich im Brennpunkte zeigte, war offenbar ein physisches (objectives oder gegenständliches), da es aufgefangen werden konnte. Es erschien auf der der Sonne entgegengesetzten Seite des Glases. Solche physische Bilder erhält man mittelst des Brennglases von allen Gegenständen, welche jenseits des Brennglases (außerhalb der Brennweite) liegen. Hält man z. B. das Brennglas gegen das Fenster, so entsteht von den draußen befindlichen Gegenständen ein verkehrtes und verkleinertes Bild, welches man auffangen kann. Je näher der Gegenstand dem Brennpunkte ist, desto größer erscheint das verkehrte Bild und desto entfernter ist der Punkt, wo es aufgefangen werden kann. — Nach den bereits besprochenen Figuren ist Figur 12 wohl an sich klar. Ist G die Spitze einer Lichtflamme, so wird Strahl Gn (parallel mit der Achse einfallend) in den Brennpunkt F gebrochen, Strahl GO (durch den Mittelpunkt gehend) geht ungebrochen fort; in g vereinigen sich die Strahlen und bilden die Flammenspitze ab; es entsteht ein umgekehrtes, verkleinertes, dem Brennpunkt nahes, objectives Bild. Kehren wir den Fall um, indem wir g als Gegenstand annehmen, so muß sich der Punkt g

Fig. 12.



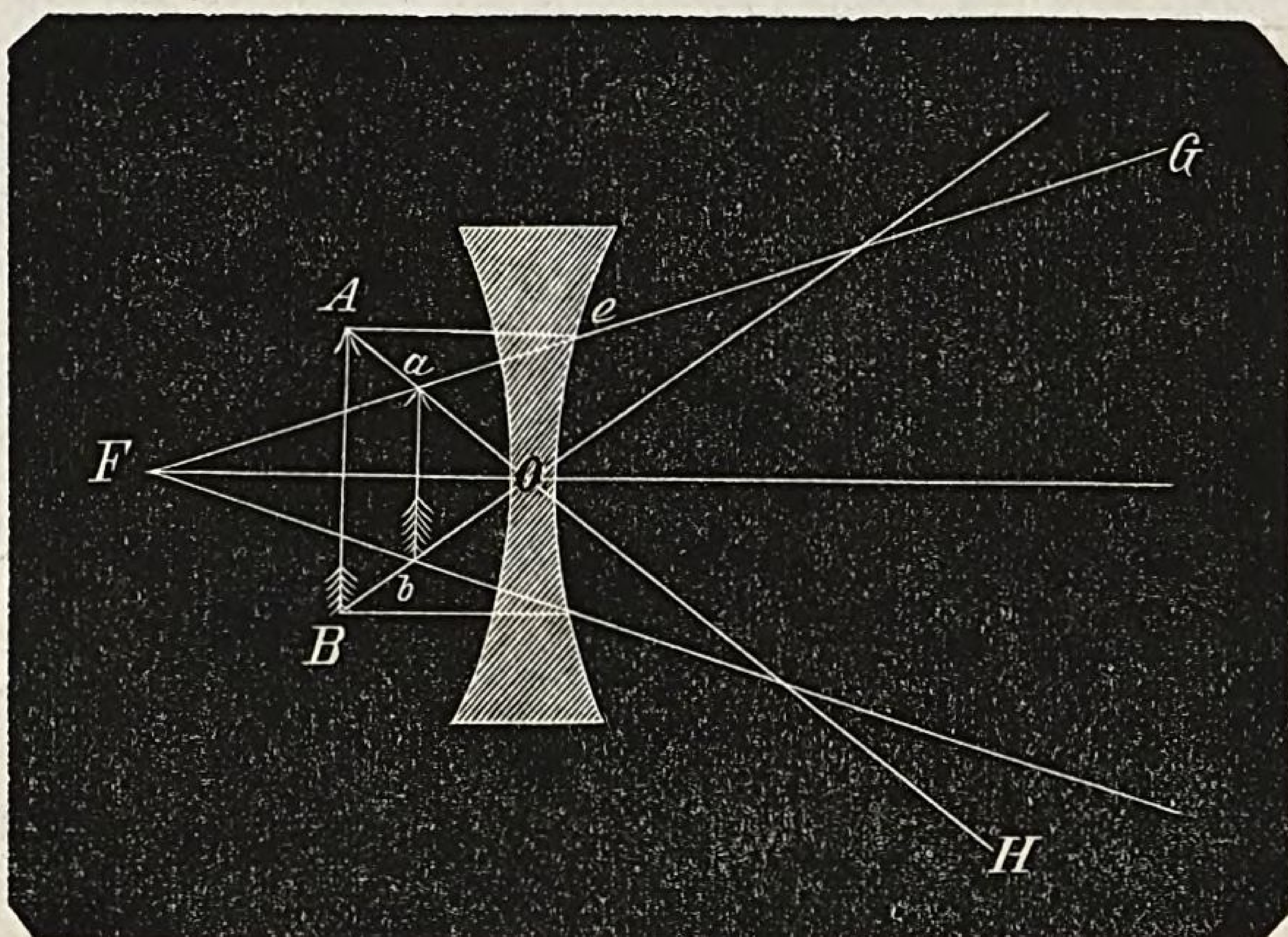
vermittelst der Strahlen *gpF'G* und *gOG* in *G* darstellen. — Die auf diese Weise (s. Fig. 12.) entstandenen Bilder nennt man also „objective" (gegenständliche oder wirkliche) Bilder; dieselben können auch auf einem Schirme rc. aufgefangen werden. Im Gegensatz dazu nennt man in Fig. 11 *ab* ein „subjectives" Bild des Gegenstandes *AB*, weil die Strahlen sich nicht wirklich an der Stelle vereinigen, sondern nur der betrachtenden Person, dem Subjecte, von *ab* auszugehen scheinen.

Betrachten wir nun den Durchgang der Lichtstrahlen durch Concavlinsen! Während eine erhabene Linse eine Sammellinse ist, d. h. die Lichtstrahlen convergenter macht (sie zusammendrängt), ist eine Concavlinse eine Zerstreuungslinse, d. h. sie macht die einfallenden Lichtstrahlen divergenter, resp. weniger convergent, (zerstreut sie).

Parallel mit der Achse einfallende Lichtstrahlen werden daher nicht vereinigt, sondern so zerstreut, als kämen sie alle aus einem Punkte, den man den negativen Brennpunkt oder den Zerstreuungspunkt nennt.

Eine Concavlinse giebt, um es kurz auszudrücken, ein subjectives, aufrechtes, verkleinertes Bild, welches sich innerhalb der Brennweite mit dem betrachteten Gegenstande auf derselben Seite des Glases befindet und dem Beobachter näher ist, als dieser.

Fig. 13.



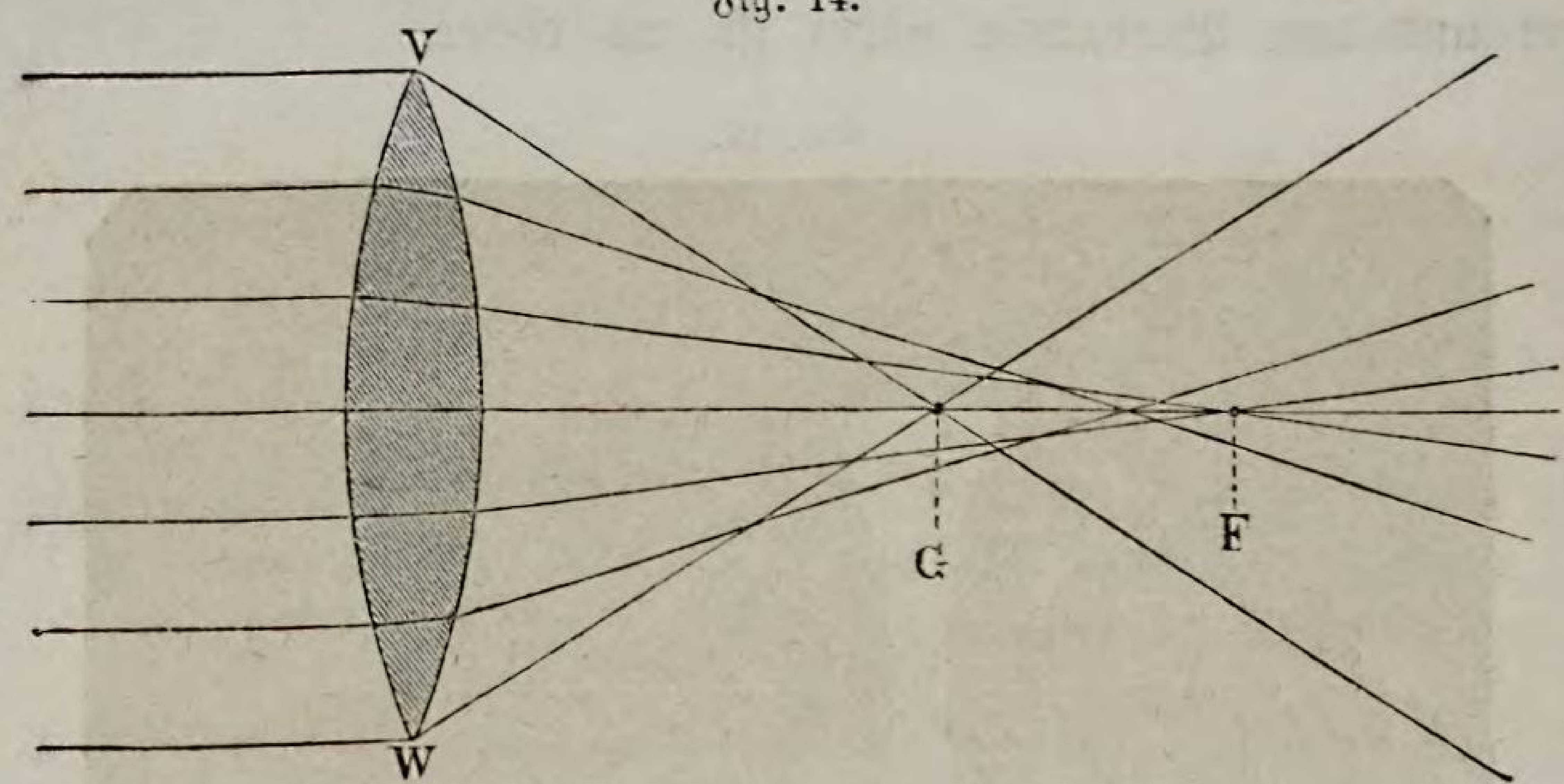
Von der Spitze *A* des Objectes *AB* geht der durch den Mittelpunkt *O* der Linse hindurchgehende Strahl *AO* ungebrochen nach *H*. Der mit der Achse parallele Strahl *Ae* wird so nach *G* gebrochen, als käme er aus dem Zerstreuungspunkte *F*; das Auge, welches die beiden Strahlen *eG* und *OH* empfängt, sieht das Bild von *A* in *a*, wo sich die Strahlen schneiden. In gleicher Weise stellt sich *B* in *b* dar. — Da eine hohle Linse die Lichtstrahlen also nie vereinigt, so kann sie auch keine objectiven Bilder (rein gegenständliche) erzeugen; sie

ist ein Zerstreuungsglas, während die erhabene Linse, wie schon gesagt, ein Sammelglas ist. Ein durch die Concavlinse betrachteter Gegenstand, welcher sich innerhalb ihrer Brennweite befindet, erscheint demnach also in aufrechter, verkleinerter Gestalt. —

Bei ihrem Durchgange durch Glaslinsen, welche Abschnitte von Kugeln bilden, werden indeß nicht alle Lichtstrahlen auf ganz gleiche Weise gebrochen. Die Strahlen, welche durch den Rand der Linse hindurchgehen, erleiden eine etwas andere Brechung, als die, welche die Mitte der Linse durchdringen. Dadurch wird aber das Bild einigermaßen undeutlich, weil es an Schärfe der Umrisse verliert. Man nennt diese durch die Kugelgestalt der Linsenflächen bedingte Abweichung die sphärische (kugelförmige) Aberration. Die sphärische Aberration beruht auf dem Umstande, daß die Strahlen, welche die Linse in der Nähe der Achse durchdringen, schwächer gebrochen werden als die Strahlen, welche durch die stärker gekrümmten Theile des Randes der Linse hindurchgehen. Siehe Figur 14.

Mit dem Namen der sphärischen Aberration bezeichnet man die Entfernung der Punkte *F* u. *G*, das heißt den Abstand des Vereini-

Fig. 14.

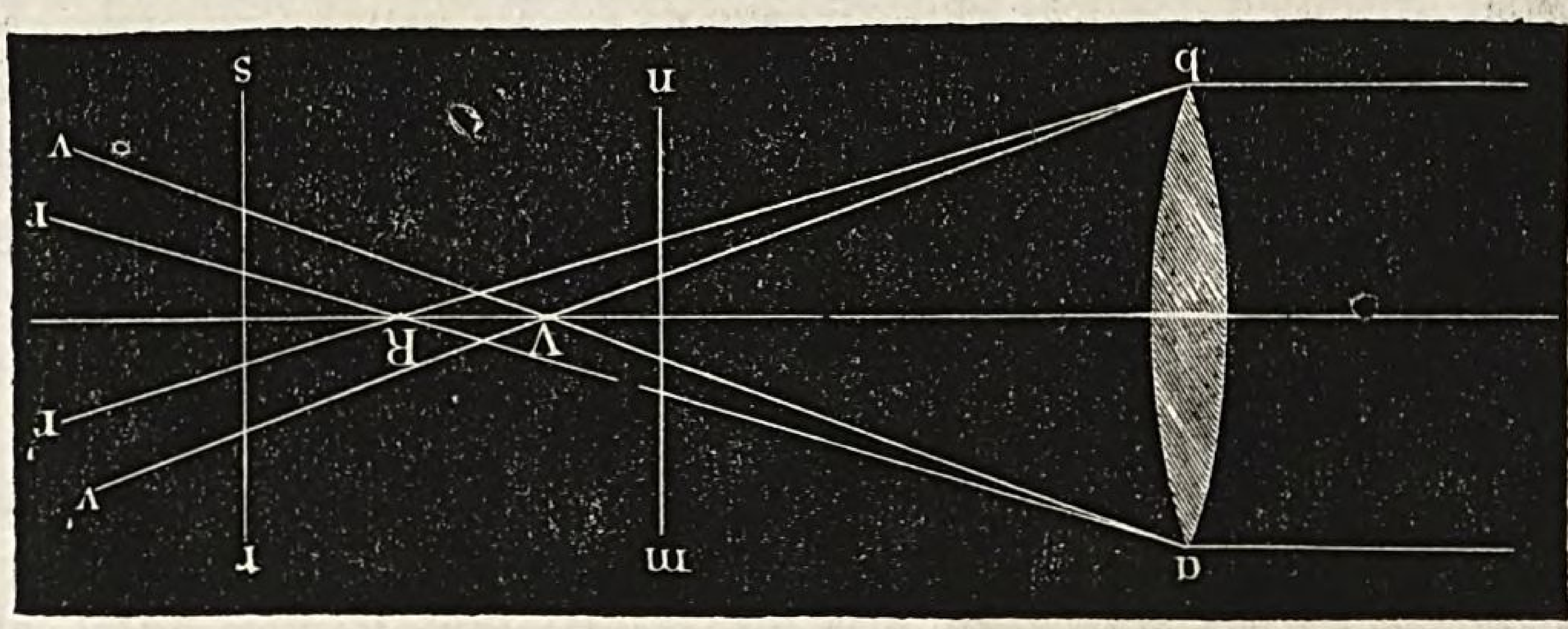


gungspunktes der centralen Strahlen (Mittelpunkts-Strahlen) von dem der Randstrahlen. — Fig. 14 stellt die Richtung der durch die Glaslinse *VW* gebrochenen Strahlen nahezu richtig dar; daraus ersieht man, wie außerordentlich rasch die sphärische Aberration zunimmt, wenn die Krümmung einmal über gewisse Grenzen hinaus gewachsen ist. Es geht ferner daraus hervor, wie sehr man stark gekrümmte Linsen vermeiden muß, wenn die Reinheit der Bilder nicht allzusehr beeinträchtigt werden soll. Die sphärische Aberration läßt sich bei einer einfachen Linse nicht heben, dagegen kann sie durch die Wahl der Form, welche man ihr ertheilt, bedeutend gemindert werden. Die beste Form, welche man einer Linse von gewöhnlichem Glase ertheilen kann, ist die einer doppeltconvexen Linse, bei welcher die Halbmesser beider Flächen sich wie 1 : 6 verhalten. Dagegen kann bei Anwendung zweier oder mehrerer hintereinander stehender Linsen durch Abänderungen in der Form und

in der Entfernung der Linsen die sphärische Aberration gehoben werden. Dieses Verfahren schlägt man auch ein, wo es darauf ankommt, bei kurzer Brennweite eine größere Lichtmenge zu vereinigen. Ein Linsensystem, bei welchem zwei oder mehrere Linsen so combinirt sind, daß die sphärische Aberration möglichst gering wird, nennt man aplanatisch (ausgleichend). —

Ein zweiter Uebelstand ist folgender. Das Licht besteht aus verschieden gefärbten Strahlen, welche die bekannten Farben des Regenbogens bilden. Diese farbigen Strahlen werden bei ihrem Durchgange durch Glaslinsen auf verschiedene Weise gebrochen. Die rothen am schwächsten, die violetten am stärksten; zwischen beiden liegt die bekannte Reihe der Farben des Sonnenspectrums (das Farbenbild, welches die durch ein Glasprisma gehenden Strahlen der Sonne geben: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett). Dadurch erscheinen nun die Bilder von Gegenständen, welche man durch eine stark vergrößernde, einfache Glaslinse betrachtet, mit unnatürlichen, störenden Farbensäumen umgeben, welche um so stärker hervortreten, je stärker die Linse vergrößert. Man nennt diese Erscheinung die Farbenzerstreuung oder die chromatische (farbige) Abweichung einer Linse. Fig. 15 veranschaulicht,

Fig. 15.



wie die in weißem Lichte enthaltenen violetten und rothen Strahlen beim Durchgange durch eine Convexlinse gebrochen werden. Die violetten in Folge der stärkeren Brechung am nächsten an der Linse (*V*), die rothen am entferntesten von derselben (*R*). Zwischen beiden Brennpunkten liegt selbstverständlich eine unzählige Reihe anderer, aus verschieden brechbaren und verschieden gefärbten Strahlen gebildeter Brennpunkte.

Fängt man den aus der Linse austretenden Strahlenkegel zwischen der Linse und dem Brennpunkte der violetten Strahlen, etwa bei *mn* mit einem weißen Schirme auf, so ist dessen Bild mit einem gelben und rothen Saume umgeben, dagegen mit einem violetten, wenn es außerhalb des Brennpunktes der rothen Strahlen, etwa bei *rs* aufgefangen wird; (weil vor *V* die rothen und gelben, hinter *R* die blauen

und violetten Strahlen die äußersten des ganzen Strahlenbündels sind); ziemlich farblos erscheint das Bild indessen, wenn der Schirm etwa in die Mitte zwischen den Brennpunkt der violetten und den der rothen Strahlen gestellt wird, an welcher Stelle sich die violetten und die rothen Strahlen schneiden.

Ferner mag Folgendes als Beleg der Farbenzerstreuung angeführt werden. Betrachtet man mit einer Linse einen hellglänzenden, weißen Flecken auf dunklem Grunde, so werden die Ränder desselben mit einem rothen oder mit einem blauen Farbensaume umgeben sein, je nachdem das Object innerhalb oder außerhalb des Brennpunktes gebracht wird. Dieser Farbenzerstreuung läßt sich bei einer einfachen Glaslinse nicht abhelfen, wohl aber läßt sie sich auf andere Weise beseitigen, was für die practische Optik von höchster Wichtigkeit ist. Es giebt nämlich verschiedene Sorten von Glas, deren farbenzerstreuende Kraft nicht in gleichem Verhältnisse mit ihrer lichtbrechenden zu- oder abnimmt, und man kann Glaslinsen, welche vergrößern, ohne Farbenzerstreuung zu zeigen, dadurch herstellen, daß man sie aus zwei verschiedenen Glassorten zusammensetzt. Solche Linsen nennt man achromatische (farblose). Sie bestehen gewöhnlich, wie Fig. 16 zeigt, aus einer biconvexen Linse von Crownglas (sehr hellem Krystallglas) und einer planconcaven von bleihaltigem Flintglas, welche zusammengesetzt vergrößern, wie eine einfache planconvexe Linse, ohne Farbenzerstreuung hervorzubringen. Ihre Wirkung beruht darauf, daß die Flintglaslinse eine Zerstreuungsweite hat, welche nahezu doppelt so groß ist, als die Brennweite der Crownglaslinse.

Fig. 16.

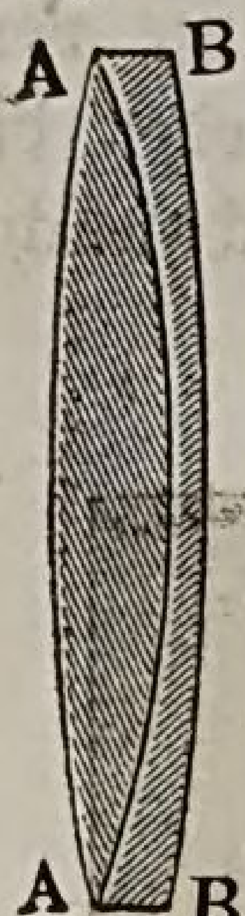
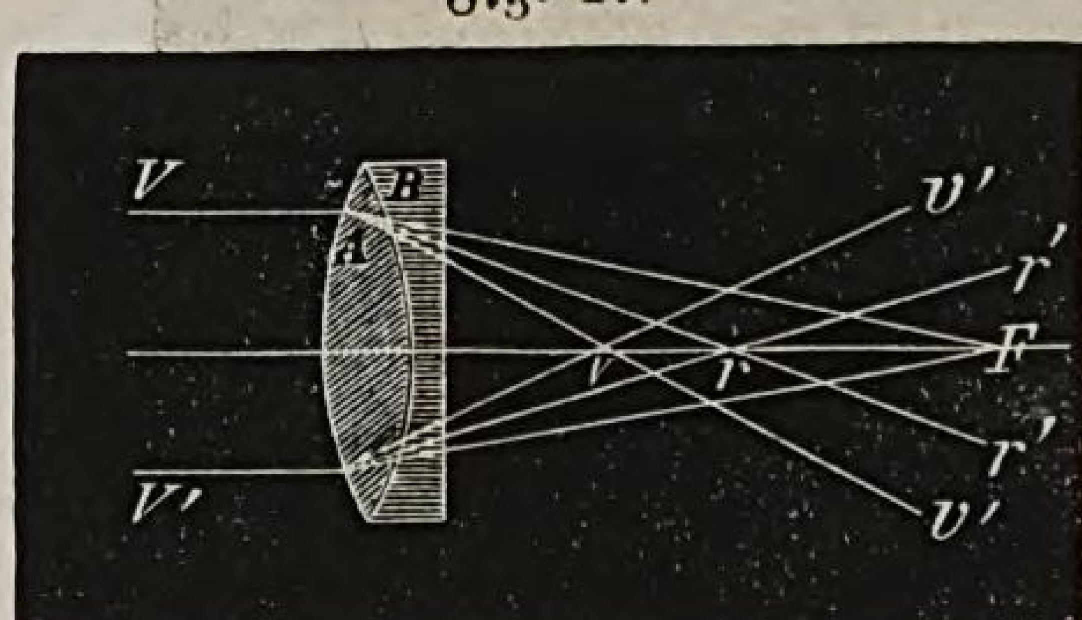


Fig. 17 möge zur Veranschaulichung der gegenseitigen Wirkung beider Glasarten dienen.

Fig. 17.



Es stelle *A* die convexe Crownglaslinse, *B* die concave Flintglaslinse vor. Die in die Crownglaslinse einfallenden Strahlen vv' werden durch dieselbe zerstreut. Der Brennpunkt der violetten Strahlen v' liegt in v, der der rothen r' liegt in r. Die Flintglaslinse *B* bricht nun diese gefärbten Strahlen in entgegengesetzter Richtung so stark, daß der violette Strahl wieder mit dem rothen zusammentrifft, wodurch bewirkt wird, daß aus der Linsencombination (Verbindung) wieder weiße Strahlen hervortreten, welche ihren Brennpunkt in *F* haben. (Flintglas besitzt unter allen dazu verwendbaren Substanzen die größte Zerstreuungskraft.)

Achromatische Linsen, also solche, für welche die Brennpunkte der verschiedenfarbigen Strahlen genau zusammenfallen, welche also die Gegenstände frei von allen farbigen Rändern zeigen, herzustellen, hielt man lange Zeit für unmöglich, weil man glaubte,

daß das Licht ohne Zersetzung nicht abgelenkt werden könnte. Newton selbst hatte diese Ansicht, weil er glaubte, daß die Zerstreuung stets mit der brechenden Kraft der Körper in geradem Verhältniß stehe. Die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des Achromatismus war sogar lange Zeit der Gegenstand von Discussionen zwischen den ausgezeichnetsten Gelehrten wie Euler, Clairault und d'Alembert. In der That hatte Hall schon im Jahre 1733 wirklich achromatische Fernröhre construirt, allein er publicirte seine Erfindung nicht. Dollond gelang es, im Jahre 1757 achromatische Linsen zu construiren; er veröffentlichte sein Verfahren und sicherte sich dadurch den Ruhm einer Entdeckung, welche für die Astronomie ein Ereigniß von der größten Wichtigkeit war. (Siehe Müller-Pouillet I. Bd. S. 443).

Nachträglich wollen wir hier noch der eingangs erwähnten Linsen aus Edelsteinen Erwähnung thun, die Brewster zuerst in Vorschlag brachte, jedoch wieder davon abstand, weil erfahrene Diamantschleifer es für unmöglich erklärt hatten, den Diamant in sphärischer Form zu schleifen. Dr. Goring indeß ließ sich nicht abschrecken, sondern veranlaßte Pritchard 1824 (s. Quekett S. 75), den Versuch mit dem Schleifen einer Diamantlinse zu machen. Es war hierbei eine Summe von Schwierigkeiten zu überwinden, und die Anfertigung einer vollkommenen Linse gelang erst nach jahrelangem Bemühen.

Linsen aus Diamant und Sapphir sind wegen ihres starken Brechungsvermögens bei gleicher Brennweite bedeutend weniger gekrümmt, als Glaslinsen. Bei gleicher Vergrößerung verhalten sich die Krümmungshalbmesser einer Diamant- und Glaslinse, wie 8 zu 3; bei gleichem Durchmesser wird also die sphärische Aberration für die Diamantlinse bedeutend geringer sein. Die Edelsteinlinsen sind jedoch so kostbar, daß sie zu den Seltenheiten gehören. —

V.

Was ist ein Mikroskop?

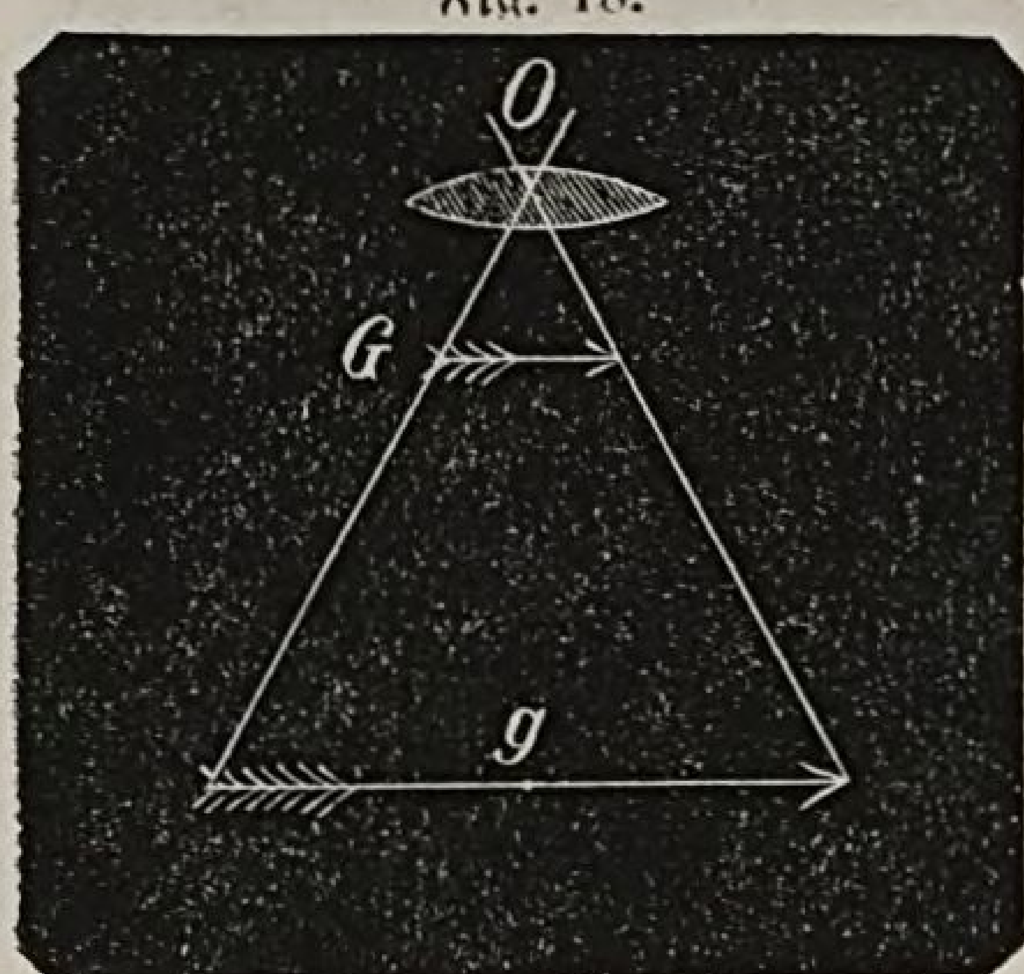
Wie sich aus der Geschichte des Mikroskops ergeben hat, existiren zwei Arten desselben, die wir in Folgendem nach einander betrachten wollen.

a) Das einfache Mikroskop.

Unter dem Ausdruck Mikroskop muß man, strenge genommen, alle optischen Instrumente zusammenfassen, mit deren Hülfe das Auge befä-

higt wird, einen nahen Gegenstand, den es seiner verschwindenden Kleinheit wegen vorher entweder gar nicht, oder nur undeutlich sah, in vergrößertem Maßstabe deutlich wahrzunehmen. In gewissem Sinne muß man sogar auch einem Kartenblatt, in welches man mittelst einer Nadel ein feines Loch gebohrt hat, den Namen Mikroskop geben; denn wenn man ein solches dicht vor das Auge hält, so wird man durch dasselbe die Lettern eines ganz nahe gehaltenen Buches noch sehr deutlich und zwar bedeutend vergrößert sehen, während man nach Entfernung des Kartenblattes durchaus keinen Buchstaben zu erkennen im Stande ist. Der Grund liegt darin, daß von einem Punkte des ganz nahen Gegenstandes aus nur in einer einzigen Richtung durch die feine Oeffnung Strahlen in's Auge dringen können, und diese werden auch nur in einer einzigen Stelle die Netzhaut treffen, während, wenn das Kartenblatt die übrigen Strahlen nicht abhält, von einem Punkte des Gegenstandes aus ein ganzes Strahlenbündel durch die Pupille ins Auge gelangt, welches der geringen Sehweite wegen auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis bildet.

Fig. 18.



In höherem Sinne schon gebührt der Ausdruck Mikroskop einer Loupe, sei sie auch von einfachster Bauart. Worauf beruht denn aber die Wirkung der Loupe? Allein auf der vergrößernden Kraft der Glaslinse oder einer andern convexen Linse von irgend einem durchsichtigen, stark brechenden Material, welche die Objecte unter einem größeren Gesichtswinkel, als es mit bloßen Augen möglich ist, zu betrachten erlaubt. Siehe Fig. 18.

Der Gesichtswinkel wird bekanntlich größer oder kleiner, je nachdem man den Gegenstand dem Auge mehr nähert oder weiter von demselben entfernt. Der Annäherung an das Auge ist aber eine Grenze gesetzt, über welche hinaus kein deutliches Sehen mehr möglich ist, wennschon ein Weitsichtiger ein und dasselbe Object in größerer Sehweite zu betrachten im Stande ist, als ein Kurzsichtiger. Einem vollständig gesunden Auge kann man einen Gegenstand bis auf 9½", etwa 25 ^{zm}, nähern, und wird dasselbe etwa in dieser Entfernung die deutlichste Vorstellung von demselben gewinnen.

Vergegenwärtigen wir uns nun, daß ein gesundes Auge im Stande ist, Strahlen, die von einem leuchtenden Punkte in mäßig divergirender Richtung ausgehen, wieder zu einem auf der Netzhaut liegenden Brennpunkte zu vereinigen, daß ein weitsichtiges Auge auch noch Parallelstrahlen vereinigen kann, daß dagegen convergirende Strahlen von einem gesunden Auge nicht zu einem auf der Netzhaut liegenden Punkte gesammelt werden können, so geht daraus in Bezug auf das Sehen durch eine Convexlinse hervor, daß der zu betrachtende

Gegenstand, je nach Beschaffenheit des Auges, entweder (bei weitsichtigem Auge) in den Hauptfocus der Linse gebracht, oder (bei mehr oder weniger kurzsichtigem Auge) zwischen den Hauptfocus und die Linse gestellt werden muß. Für jedes Auge wird es eine Stellung des Gegenstandes geben, bei welcher die von den einzelnen Punkten desselben ausgehenden Strahlen von dem Auge zu Brennpunkten auf der Netzhaut vereinigt werden können, wodurch das Auge in den Stand gesetzt wird, von dem Gegenstande ein eben so scharf begrenztes Bild zu entwerfen, als wenn derselbe ohne Vermittlung der Linse in größerer, normaler Entfernung vom Auge betrachtet worden wäre. Demnach ist die Loupe nichts weiter als eine erhabene Linse, welche von einem innerhalb ihrer Brennweite liegenden Gegenstande ein aufrechtes, vergrößertes, subjectives Bild giebt. Je gewölbter die Linse, desto kürzer ist die Brennweite (die Entfernung des Brennpunktes von der Linse), desto bedeutender ist die Vergrößerung und umgekehrt. Die Vergrößerung einer Linse findet man genau, wenn man zur Weite des deutlichen Sehens die Brennweite des Glases addirt und die erhaltene Summe durch die Brennweite dividirt. Wäre z. B. die Weite des deutlichen Sehens 10″, die Brennweite der Loupe 2″, so würde die Vergrößerung $10 + 2 = \frac{12}{2} = 6$ fach sein.

Annähernd genau findet man auch die Vergrößerung durch die Loupe, indem man einfach mit der Brennweite in die Weite des deutlichen Sehens dividirt. Die Linse habe eine Brennweite von 1″ und das Auge eine Sehweite von 8″. Der Gegenstand befindet sich dann fast nur 1″ vom Glase entfernt und erscheint dabei in einer Entfernung von 8″ und der Länge nach $\frac{8}{1} = 8$ mal vergrößert. Eine Linse von $\frac{1''}{4}$ Brennweite würde demnach für eine Sehweite von 8″ $\left(\frac{32''}{4}\right)$ $\frac{32}{4} : \frac{1}{4} = \frac{32}{1} = 32$ mal vergrößern.

So viel mal so lang erscheint der Körper oder eine Linie, um welche seine Endpunkte von einander abstehen; es ist dies die „lineare“ Vergrößerung.

Dieselbe Art der Messung auf Flächen angewendet, ergiebt also eine $8 \times 8 = 64$ fache „quadratische“ Vergrößerung nach Länge und Breite.

Auf welche Weise ermittelt man denn aber die Brennweite einer Linse an sich, deren Kenntniß zur Berechnung der Vergrößerung einer Loupe doch unerläßlich nothwendig ist? Von den verschiedenen, mehr oder weniger complicirten Methoden wählen wir eine der bequemsten aus, um die Brennweite einer convexen Linse zu finden.

Man stelle eine brennende Kerze auf das eine Ende eines Zollstockes und auf das andere Ende rechtwinklig ein Kartenblatt. Die

Linse wird zwischen die Kerze und die Karte gehalten, und es werden diese letzteren so lange hin- und hergeschoben, bis man die geringste Entfernung ausgemittelt hat, bei welcher noch ein deutliches Bild von der Kerzenflamme erhalten wird. Diese Distanz ist die 4fache Brennweite, aus welcher sich durch Division mit 4 die einfache Brennweite ergiebt. Dies Verfahren genügt, um bei Linsen von größerer Brennweite die Focallänge (Brennweite) mit einer für die meisten praktischen Zwecke hinreichenden Genauigkeit zu finden. Bei solchen Linsen dagegen, deren Brennweite nur wenige Linien oder nur Bruchtheile einer Linie beträgt, ist es nicht anwendbar.

Von den Loupen wird im Leben vielfach zu sehr verschiedenen Zwecken Gebrauch gemacht. Vorzugsweise gebraucht sie der Naturforscher zur genaueren Betrachtung feiner Theile von Pflanzen, Insecten, Mineralien u. s. w., in vielen Fällen sind sie auch ein unentbehrliches Hülfsmittel, um größere Organe zu zerlegen und zur Untersuchung unter dem Mikroskope vorzubereiten; außerdem sind sie unentbehrlich für verschiedene Künstler, wie Kupferstecher, Holzschneider ꝛc., auch für den Uhrmacher und den Banquier. Letzterer gebraucht sie, um falsches Papiergeld zu erkennen. Mit einer besonderen Vorrichtung versehen, als sogenannte Fadenzähler, können sie dienen, um bei Geweben die Zahl der in einer bestimmten Fläche nebeneinander liegenden Fäden, so wie die Beschaffenheit der letzteren, zu erkennen und darnach die Feinheit und Güte, somit den Werth eines Gewebes, genauer zu bestimmen, als dies mit unbewaffnetem Auge möglich wäre.

Sinkt die Brennweite der Loupe unter ein gewisses Maß, so steigt selbstverständlich gleichzeitig ihre Vergrößerung, und es verlieren die Bilder an der nöthigen Helligkeit nach dem Gesetz, daß die Helligkeit nach dem Quadrat der Vergrößerung abnimmt (d. h. bei 10facher Vergrößerung (linear) wird die Helligkeit auf $^1/_{100}$, bei 100facher Vergrößerung auf $^1/_{10,000}$ ꝛc. reducirt). Aus diesem Grunde setzt man dergleichen stärkere Loupen einfach auf ein Stativ, um einen Beleuchtungsspiegel darunter anbringen zu können; eine noch hinzugefügte Platte zum Auflegen der Objecte (Mikroskoptisch) vervollständigt dies so entstandene Instrument zum einfachen Mikroskop.

Weil die Linse des einfachen Mikroskops eine kurze Brennweite besitzt, so gestattet sie auch nur, einen sehr kleinen Theil des Gegenstandes zu übersehen. Der Gegenstand wird zwar stärker vergrößert, als durch eine Loupe, erscheint aber, wie schon gesagt, zugleich weniger hell, da eine kleine Linse nur eine geringe Lichtmasse hindurch lassen kann.

Ein Vorzug des einfachen Mikroskops besteht darin, daß es die Bilder nicht verkehrt zeigt, weshalb es sich sehr gut zum Präpariren mikroskopischer Objecte eignet.

b) Das zusammengesetzte Mikroskop.

Endlich kommen wir bei dem Instrumente an, welches der heutige Sprachgebrauch unter dem Ausdruck „Mikroskop“ versteht, nämlich bei dem sogenannten „zusammengesetzten Mikroskop“, resp. dem „zusammengesetzten achromatischen Mikroskop“.

Der Bau des optischen Theiles dieser Gattung ist, wie es schon der Name andeutet, ein complicirter. Nicht minder complicirt ist wiederum die Eintheilung der einzelnen Arten des zusammengesetzten Mikroskops, mit deren Namen wir uns hier wenigstens abfinden wollen, indem wir von den verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen, welche bei Bestimmung derselben maßgebend gewesen sind.

Man unterscheidet also:

I. Mit Rücksicht darauf, wie die beabsichtigte Ablenkung der Lichtstrahlen in einem Mikroskop zu Stande kommt:

a) dioptrische, in denen die Lichtstrahlen gebrochen werden.

b) katoptrische, in denen die Lichtstrahlen reflectirt (zurückgeworfen) werden.

c) katadioptrische, in denen Beides, Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen, stattfindet.

II. In Bezug auf die Art und Weise, wie der betrachtete Gegenstand oder dessen Bild wahrgenommen wird, unterscheidet man:

a) Das Dissections-Mikroskop (ein die Bildverkehrung aufhebendes), durch welches das zuerst verkehrt sich darstellende Bild mittelst einer besonderen Einrichtung wiederum in die gleiche Lage mit dem Object gebracht wird.

b) Bild-Mikroskope. Unter diesem allgemeinen Namen kann man die verschiedenen Arten von Mikroskopen zusammenfassen, vermöge deren Einrichtung das vergrößerte Bild eines stark beleuchteten Objectes im dunklen Raume auf einem Schirme aufgefangen und hier beobachtet wird. Hierher gehören die Sonnen-, Lampen-, Gas- und photoelectrischen Mikroskope (die mit dem electrischen Kohlenlicht erleuchteten Wandmikroskope; siehe „Geschichte des Mikroskops“.)

III. Außerdem kommen noch je nach besonderen mechanischen Einrichtungen oder bestimmten Zwecken folgende Benennungen vor:

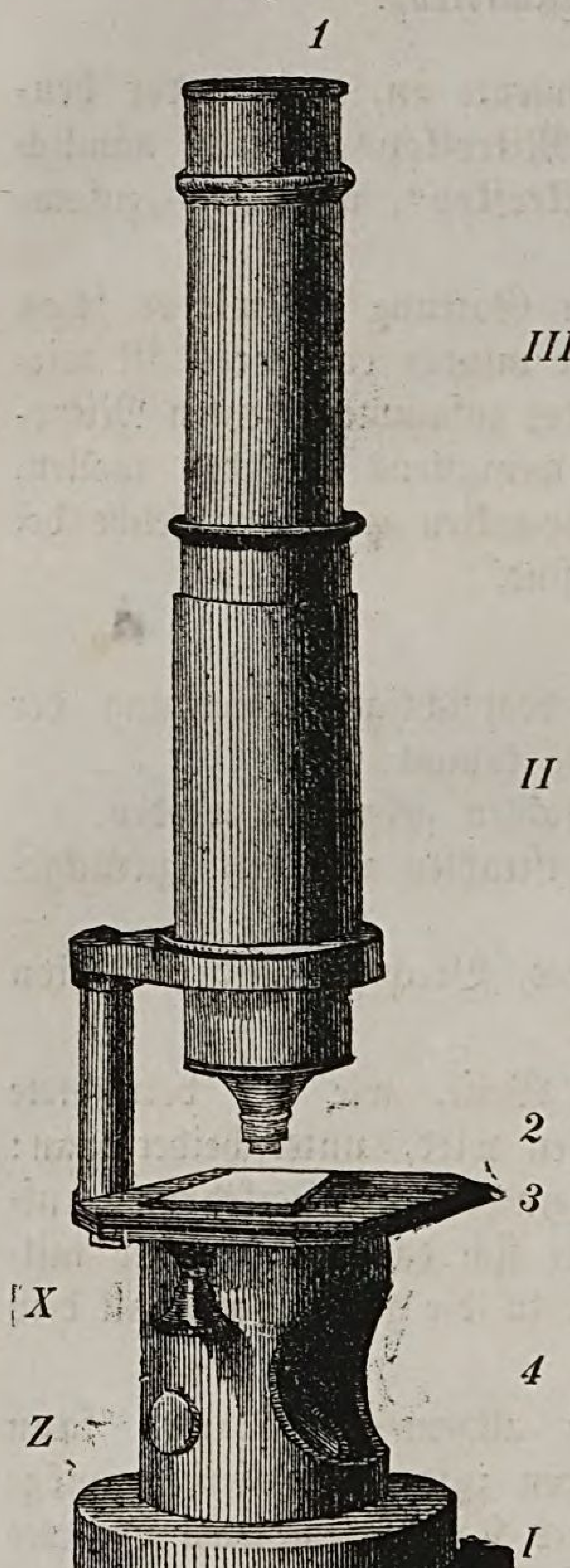
a) polydonamisches Mikroskop (dient zugleich als Teleskop).

b) Universal-Mikroskop (dient zugleich als einfaches und zusammengesetztes).

c) pankratisches Mikroskop (bei diesem kann durch wechselnden Abstand der Linsen die Vergrößerung willkürlich größer oder kleiner genommen werden.

d) Taschen-Mikroskope, Wasser-Mikroskope, botanische, polarisirende Mikroskope u. s. w.

Fig. 19.



Wir haben es nur mit dem zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope zu thun, dessen Wirkung ausschließlich auf Brechung der Lichtstrahlen durch Glaslinsen beruht.

Bei der Betrachtung desselben wollen wir von dem Fig. 19 abgebildeten Instrumente ausgehen. Es stellt dies eines der Mikroskope von R. Wasserlein in Berlin und zwar in halber natürlicher Größe dar. — Bei jedem Mikroskope hat man zunächst 2 Haupttheile zu unterscheiden: A) den äußeren, mechanischen Theil oder Körper; B) den inneren, optischen Theil. Ersterer umfaßt bei unserem Bilde folgende Haupttheile:

I) Den messingenen, trommelähnlichen Fuß oder das Stativ (*I*).

II) Eine mit dem Gestell (Stativ) verbundene Messinghülse (*II*), in welcher ein zweites Rohr (*III*) durch sanftes Drehen auf- und abwärts geschoben werden kann, wodurch die sogenannte grobe Einstellung bewirkt wird.

III) Einen Theil des Rohres (*III*), der ausgezogen und eingeschoben werden und dadurch zur Verlängerung oder Verkürzung des Rohres dienen kann.

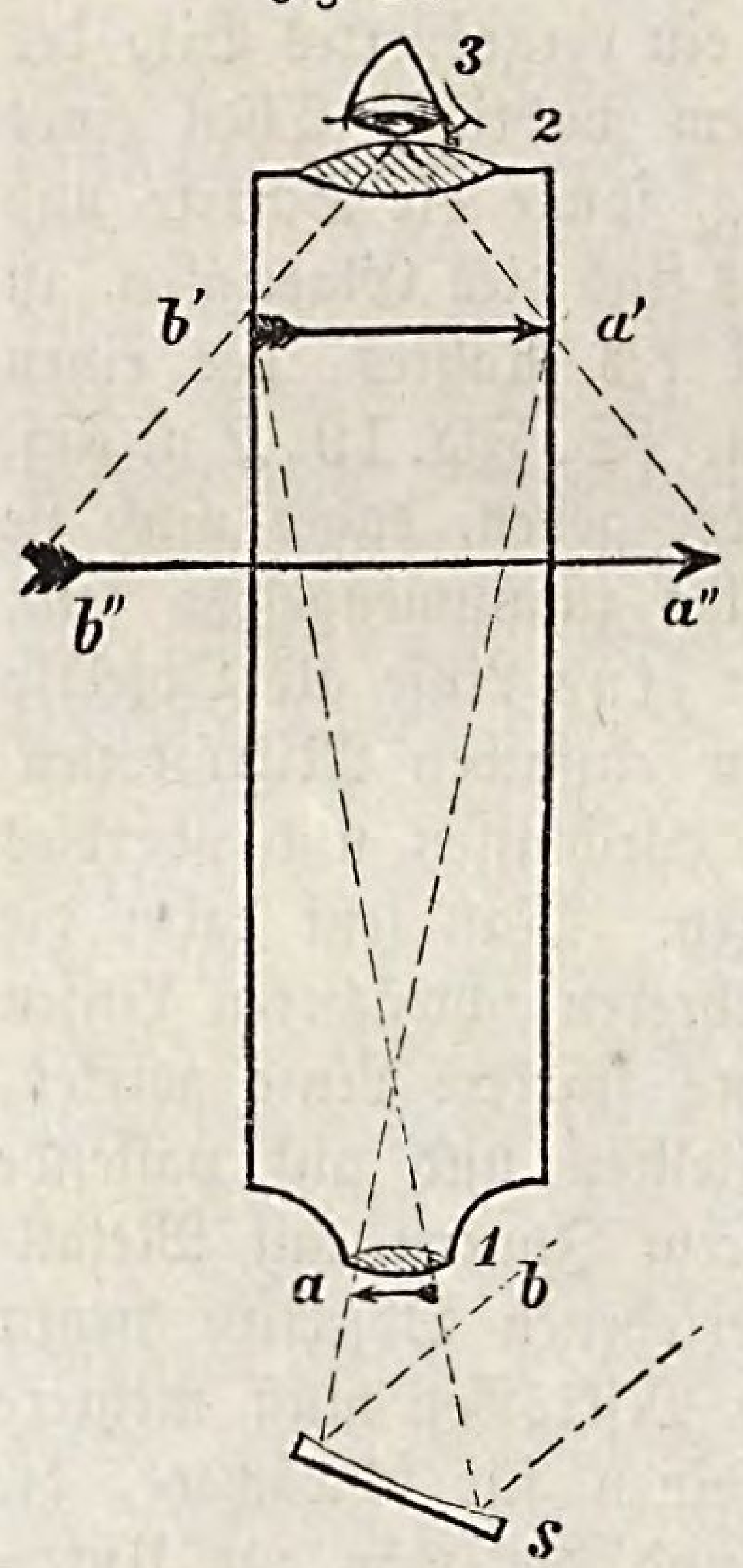
Als unentbehrlicher Nebenapparat ist zu merken bei *I* der Objecttisch (*3*), aus 2 Platten bestehend, deren obere auf ihrer einen Seite durch die Schraube (*X*) etwas gehoben und gesenkt werden kann, um die sogenannte feine Einstellung zu bewerkstelligen.

B) Der optische Theil besteht a) aus einer an dem unteren Ende des Rohres (*III*) befindlichen achromatischen Glaslinse (*2*), welche, da sie dem zu betrachtenden Gegenstande oder Objecte zugekehrt wird, — Objectivglas oder schlechthin „Objectiv" genannt wird; b) aus einem zweiten Vergrößerungsglase, welches am entgegengesetzten Ende des Rohres (*III*) sich befindet (*1*) und deswegen, weil es dem Auge zugekehrt ist, zum Unterschiede vom „Objectiv" das Augenglas oder „Ocular" genannt wird; c) aus dem im Stativ befindlichen Beleuchtungsspiegel (*4*), welcher mittelst des Knopfes (*Z*) um seine horizontale Axe gedreht werden kann.

Fig. 20 mag die Wirkung des optischen Theiles in seiner einfachsten Gestalt einigermaßen veranschaulichen.

Die convexe Glaslinse, das Objectiv (*1*), entwirft von dem Gestande *a b*, der sich in kleiner Entfernung von ihr befindet, auf ihrer entgegengesetzten Seite in dem innen geschwärzten Rohre des Mikroskopes ein vergrößertes Bild *a' b'*. Wird dieses vermöge der specifischen Eigenschaft der Linse bereits vergrößerte Bild vom Auge (*3*) durch die 2te convexe Linse, das Ocular (*2*), betrachtet so wird es durch diese nochmals vergrößert und erscheint in der Größe *a'' b''*. Der Spiegel (*S*) dient dazu, um dem Gegenstand bei stärkeren Vergrößerungen mehr Licht zuzuführen. Da, wo das erste Bild *a' b'* entsteht, ist die Röhre durch einen undurchsichtigen Ring, die sogenannte Blendung, verengt, welche die Bestimmung hat, die störenden Randstrahlen abzuhalten. Außerdem befindet sich zwischen Ocular und Objectiv auch noch eine Linse, die „Collectiv- oder Sammellinse". Diese fängt die von dem Objectiv kommenden Strahlen auf, ehe sie sich zu einem Bilde vereinigt haben, bringt sie genauer in einen Punkt zusammen und giebt dadurch dem Bilde eine größere Schärfe, indem sie zugleich auch die Farbenränder vermindert.

Fig. 20.



So ist denn jedes dioptrische Mikroskop im Wesentlichen aus einem Objectiv und einem Ocular zusammengesetzt und die Vergrößerung des Mikroskops ist das Product der Vergrößerungen, welche jedes dieser Gläser einzeln hervorbringt. Wenn z. B. das Objectiv im Durchmesser (linear) 25 mal, das Ocular aber 3 mal vergrößert, so würde ein solches Mikroskop den Durchmesser der Gegenstände $3 \times 25 = 75$ mal, die Oberfläche also $75 \times 75 = 5625$ mal vergrößern. Eine 300fache lineare Vergrößerung würde man demnach erhalten, wenn die Vergrößerungen des Objectivs und des Oculars 60 u. 5 wären, oder 100 u. 3 ꝛc. — Die beiden genannten wesentlichen Theile eines zusammengesetzten Mikroskops (das Objectiv und das Ocular) bestehen indeß bei jedem besseren Instrumente selbst wieder, wie schon erwähnt, aus mehreren Stücken. Wird schon dadurch die Einrichtung der vollkommneren Mikroskope eine ziemlich complicirte, so steigert sich dies noch aus dem Grunde, weil bei verschiedenen Mikroskopen alle diese Theile auf sehr verschiedene Weise eingerichtet sind und man diese Einrichtungen verstehen muß, um mit verschiedenen Arten von Mikroskopen arbeiten zu können.

Daher ist es nothwendig, daß wir diese einzelnen Theile der zusammengesetzten Mikroskope und die wichtigsten Verschiedenheiten ihrer Einrichtung näher kennen lernen. Bei ihrer großen Anzahl werden wir

vorzugsweise aber nur diejenigen genauer in's Auge fassen, welche für alle Mikroskope und für alle Arten von Untersuchungen nothwendig sind; dagegen die seltener und nur zu ganz speciellen Arten von Beobachtungen gebrauchten, sowie die sehr kostspieligen Einrichtungen, dem Zwecke dieser Schrift entsprechend, nur kurz berühren.

1) Die Objectivlinsen.

Die Objectivlinsen, welche dazu dienen, ein vergrößertes Bild des Gegenstandes zu entwerfen, sind der bei weitem wichtigste Theil eines Mikroskopes, weil von ihnen die Vergrößerung, sowie die Schärfe und Klarheit der Bilder hauptsächlich abhängt. Es sind dies Glaslinsen, in Messing gefaßt, welche an den unteren Theil des Rohres, der einen abgestumpften Kegel bildet, angeschraubt werden. (S. Fig. 19. *2* u. Fig. 20. *1*.) Eine gute Linse soll farbenfreie Bilder geben, daher muß sie achromatisch, d. h. aus Crown- und Flintglas zusammengesetzt sein. Wollte man für sehr starke Vergrößerungen nur eine Linse als Objectiv verwenden, so würde diese, ganz wie bei den einfachen Mikroskopen, sehr klein werden, daher nur sehr wenig Licht durchlassen und überdies eine sehr bedeutende sphärische Aberration zeigen. Man setzt daher die Objective für stärkere Vergrößerungen aus mehreren schwächeren Linsen zusammen, welche dann miteinander wie eine stärkere Linse wirken. Solche aus 2, 3, ja mehr übereinander gestellten und auf passende Weise mit einander verbundenen und in ihrem Innern mit Metallringen, welche die Randstrahlen abhalten, versehenen Objective nennt man Linsensysteme. Jedes vollkommene größere Mikroskop muß mehrere solcher Linsensysteme besitzen, von denen die einen für schwächere, die anderen für stärkere Vergrößerungen dienen und die man zur Unterscheidung von einander gewöhnlich mit Zahlen bezeichnet, also: System 1, 2, 3 u. s. w. Man schraubt dann jedesmal dasjenige System an den unteren Kegel des Rohres, dessen man zu einer bestimmten Beobachtung bedarf. Die Linsensysteme gehören selbstverständlich zu den theuersten Bestandtheilen eines Mikroskops, und die Anschaffung mehrerer derselben muß daher nothwendig den Preis eines Instrumentes sehr erhöhen. Billigeren Mikroskopen giebt man daher ein Linsensystem bei, welches aber so eingerichtet ist, daß man die Linsen desselben auseinandernehmen und bald einzeln, bald in verschiedenen Verbindungen als Objective gebrauchen kann. Auch leuchtet es ein, daß diese billigere Einrichtung nicht ganz so klare und scharfe Bilder giebt, als wenn man die Linsen, welche ein System bilden, nicht auseinanderzunehmen braucht und eine größere Anzahl von Systemen anwenden kann, deren jedes nur zu einer bestimmten Vergrößerung gebraucht wird. Nach Harting hat Beedsnyder in Amsterdam schon am Ende des vorigen Jahrhunderts achromatische Objective von ziemlicher Güte verfertigt, was jedoch nicht weiter bekannt geworden zu sein scheint. Fraunhofer verwandte bereits 1811 Mikroskope mit achromatischen Objectiven zu wissenschaftlichen Untersuchungen. Durch die Construction stärkerer Ob-

jective mittelst Combination mehrerer achromatischer Linsen hat sich Sellique 1824 ein großes Verdienst erworben, ja gewissermaßen die Bahn zu der gegenwärtigen Vervollkommnung gebrochen. Oberhäuser, der Vorgänger Hartnacks in Paris, war der Erste, welcher seine Objectivsysteme aus ein für alle mal zusammengehörigen Linsen zusammensetzte.

Die Stärke eines Linsensystems, d. h. die durch dasselbe hervorgebrachte Vergrößerung, bestimmt man nach seiner Brennweite. Diese Brennweite wird gewöhnlich in Pariser Zollen und deren Theilen ausgedrückt. Unter System von 1, $1/2$, $1/8$, $1/12$ Stärke versteht man daher solche, deren Brennweite 1, $1/2$, $1/8$, $1/12$ Pariser Zoll beträgt. Die stärksten bis jetzt konstruirten Systeme gehen selten unter $1/30$ Pariser Zoll. Doch geben geschickte Optiker Hoffnung, daß es in nicht ferner Zeit gelingen dürfte, solche von $1/50$ Zoll Brennweite herzustellen. Der Preis eines solchen Systems dürfte aber voraussichtlich mehrere Hundert Thaler betragen.

In Parenthese sei hier bemerkt, daß bei den katoptrischen oder Spiegelmikroskopen die Objectivlinse durch einen kleinen Hohlspiegel ersetzt wird. Besonders ausgezeichnet ist das katoptrische Mikroskop des Italieners Amici; doch ist im Großen und Ganzen der Gebrauch der katoptrischen Mikroskope ein seltener.

2) Das Ocular oder Augenglas.

Dasselbe dient dazu, das vom Objectiv entworfene Bild des betrachteten Gegenstandes noch weiter zu vergrößern. Es befindet sich am oberen Ende des Rohres *III* (Fig. 19. *1* u. Fig. 20. *2*) und besteht bei vollkommenen Mikroskopen aus 2 Gläsern, welche in ein besonderes Rohr eingefügt sind. Das untere dieser Gläser heißt Collectiv- oder Sammelglas, das obere ist das eigentliche Ocular; zwischen beiden befindet sich ein Metallring, die sogenannte Blendung, welche den Zweck hat, die störenden Randstrahlen abzuhalten und gleichzeitig das Gesichtsfeld in einer dem Auge angemessenen Weise zu begrenzen. Ein vollkommenes Mikroskop besitzt in der Regel mehrere Oculare für schwächere und für stärkere Vergrößerungen. Erstere sind daran äußerlich kenntlich, daß sie länger, letztere daran, daß sie kürzer sind. Zur Unterscheidung bezeichnet man sie, wie die Linsensysteme, mit fortlaufenden Nummern 1, 2, 3 etc. Die Oculare werden einfach in das obere offene Ende des Rohres hineingesteckt und können daher sehr leicht gewechselt werden. Gewöhnlich bestehen die beiden Gläser der Oculare aus einfachen (meist planconvexen) Glaslinsen. Das gebräuchlichste Ocular ist eben dasjenige, welches bereits von Huyghens für Fernröhre benutzt worden war, und welches unter dem Namen des Campanischen oder des achromatischen Oculars bekannt ist. Es besteht aus 2 planconcaven Crownglaslinsen, welche beide ihre convexe Seite gegen das Objectiv hinkehren, während dem Beschauer die planen Flächen zugekehrt sein müssen. Es mag darin ein Fingerzeig liegen, daß man sich

auf leichte Weise schon äußerlich von der richtigen Construction, resp. Güte des Oculars überzeugen kann. Die Vergrößerung des Mikroskops ist, wie schon erwähnt, das Product der Vergrößerung beider Gläser, des Objectivs und des Oculars.

Die neuere Zeit hat den unumstößlichen Beweis geliefert, daß es vortheilhafter ist, den Schwerpunkt auf die Vergrößerung des Objectivs zu legen, selbst auf Kosten des kürzeren Abstandes.

3) Das Rohr des Mikroskopes besteht aus einer, analog der Construction unseres Auges, innen geschwärzten Röhre von Messing, welche unten die Objectivlinsen, oben das Ocular trägt. Die Länge des Rohres hat Einfluß auf die Vergrößerung des Mikroskops, da, wie Fig. 20 zeigt, das durch das Objectiv (*1*) entworfene Bild des Gegenstandes (*a' b'*) um so größer wird, je mehr sich dasselbe im Rohre von der Linse *1* entfernt, oder je länger das Rohr ist. Bei Mikroskopen, die man in einen möglichst kleinen Kasten einschließen will, um sie in der Tasche oder auf Reisen bequemer mitführen zu können, richtet man daher das Rohr so ein, daß es aus mehreren Theilen besteht, welche, wie bei Perspectiven, zusammengeschoben und ausgezogen werden können. Fig. 19 zeigt diese Einrichtung. Ist der obere Theil des Rohres *III* ganz ausgezogen, so giebt das Instrument eine stärkere Vergrößerung, wird er dagegen in den Theil *II* eingeschoben, so wird mit der Verkürzung des Instruments die Vergrößerung eine schwächere. Den meisten Vortheil in Bezug auf Schärfe und Klarheit der Bilder gewährt indeß unbedingt eine Steigerung der Vergrößerung durch gute Objective.

4) Gestell und Fuß des Mikroskops.

Darunter versteht man diejenigen Theile des Instrumentes, welche das Ganze tragen und die bis jetzt unter 1—3 betrachteten Stücke mit einander verbinden. Die wesentlichste Bestimmung des Stativs ist die, die Mikroskop-Röhre in die passende Entfernung vom Object zu bringen und in dieser unverrückt festzuhalten. Das Stativ muß vor Allem solid und schwer sein, damit es fest stehe; es pflegt deshalb massiv aus Messing gearbeitet zu werden. Es besteht aus einem Fußgestell und einer kurzen Säule, welche die übrigen Apparate trägt. Die Form desselben ist eine verschiedene. Für das Beste galt früher ein zusammenschlagbarer Dreifuß, dessen Schenkel mit Stellschrauben versehen sind; später zog man das durch Oberhäuser aufgebrachte Trommelstativ vor und gegenwärtig wird die Hufeisenform für die zweckmäßigste gehalten. Die Säule des Stativs kann rund oder eckig sein. Ihre Höhe hängt von der Lage ab, in welcher man das Mikroskop benutzen will. Braucht man es in senkrechter Stellung, so daß man das Object von oben herab betrachtet, so darf die Säule nicht zu hoch sein, weil sonst der Gebrauch des Instrumentes, auf einem gewöhnlichen Tische stehend, sehr unbequem wird. Betrachtet man dagegen das Object in wagerechter oder schräger Stellung, so kommt es auf die Höhe der Säule weniger an. Ein für die bequeme Benutzung des Mikroskopes unentbehrlicher

Theil ist der Objecttisch. Derselbe dient dazu, den Gegenstand aufzunehmen, welchen man unter dem Mikroskop betrachten will. Er besteht gewöhnlich aus einer Metallplatte (Fig. 19. 3), die in der Mitte eine mindestens ½" große Oeffnung hat, um durchsichtige Gegenstände, welche man auf einer Glasplatte auf den Objecttisch bringt, auch von unten her beleuchten zu können. Seine Form kann beliebig rund oder viereckig, darf jedoch nicht zu klein (etwa 3—4" breit u. 4" lang) sein, damit man auch größere Gegenstände darauf legen kann. Gewöhnlich ist derselbe auch mit elastischen Federklammern versehen; dieselben müssen jedoch in die Löcher des Objecttisches eingesteckt und durch einen leichten Druck seitlich zu entfernen sein. Sehr empfehlenswerth ist es, die völlig ebene und glatte Oberfläche des Tisches mit einer mattgeschliffenen Platte von schwarzem Glas zu bedecken. Ein solcher Tisch ist zugleich gegen die zerstörenden Einwirkungen von Säuren, welche bisweilen bei mikroskopischen Untersuchungen in Anwendung kommen, vollkommen gesichert. In keinem Falle darf die Tischoberfläche aus polirtem Metall bestehen, weil sie alsdann das Licht auf die Objectivlinse zurückwerfen würde.

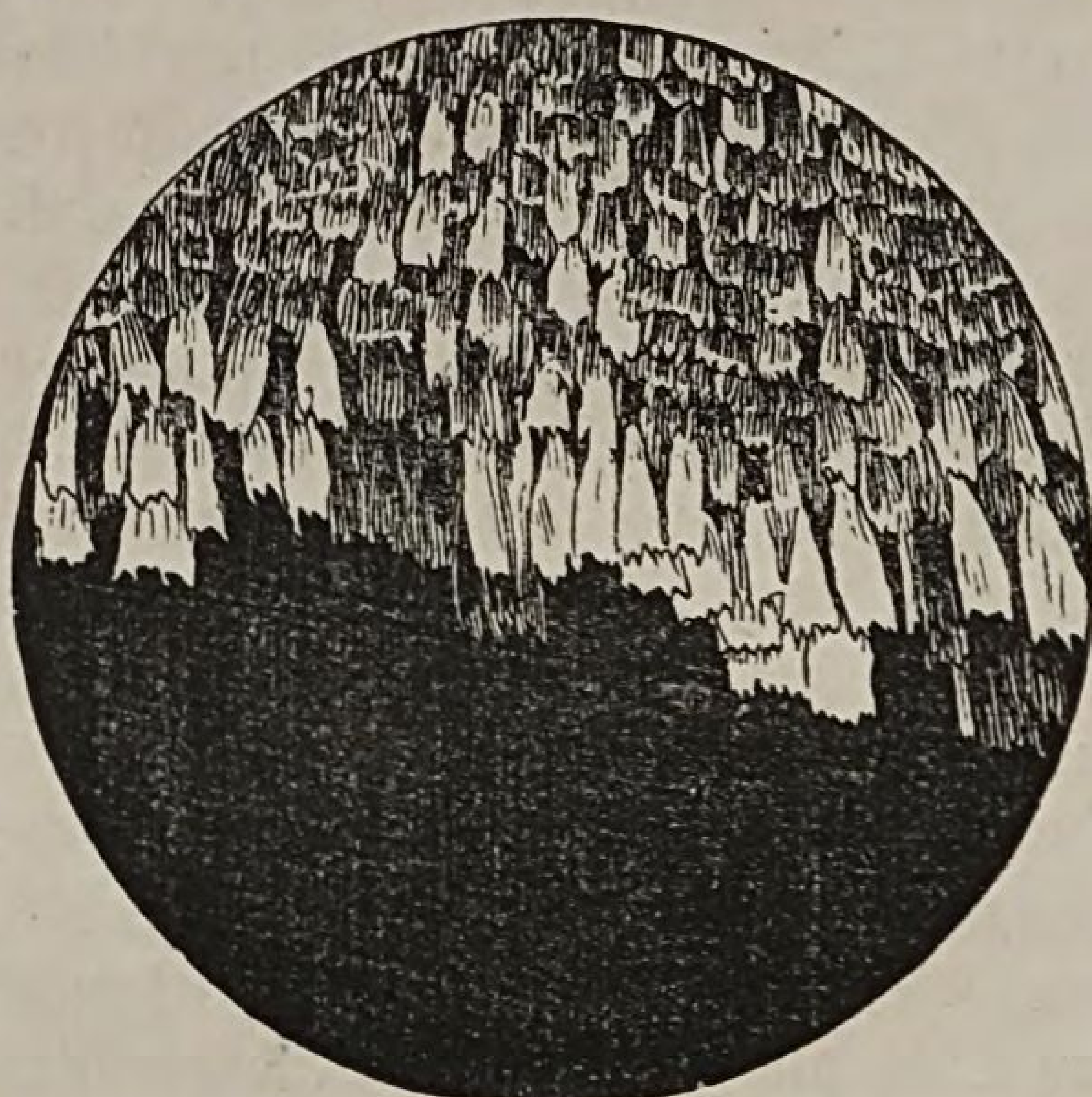
5) Nebenapparate des Mikroskops.

Den meisten Mikroskopen ist eine größere oder geringere Anzahl von Nebenapparaten beigegeben, welche zum Theil zu sehr verschiedenen Zwecken dienen und von denen die wichtigsten hier zusammengefaßt werden sollen. Da manche von diesen Nebenapparaten zu speciellen Zwecken dienen und gewöhnlichen Mikroskopen gar nicht beigegeben werden, so würde eine Vollständigkeit bei dieser Uebersicht einerseits überflüssig und anderntheils gar nicht möglich sein, da specielle Verwendung des Mikroskops zu verschiedenen Zwecken eine endlose Modification solcher Apparate mit sich führt.

Ein wesentlicher Nebenapparat eines jeden guten Mikroskops ist der Beleuchtungsapparat, der nach zwei Richtungen hin Anwendung findet: für durchfallendes und für auffallendes Licht. Auffallendes Licht erzeugt man entweder mittelst einer großen doppeltconvexen oder planconvexen Linse (die bekannten Brenngläser), in der optischen Sprache „Beleuchtungslinsen" genannt, oder mittelst eines dreiseitigen Glasprismas mit ebenen oder auch gekrümmten Flächen (Beleuchtungsprisma). Beide Apparate werden in passender Fassung, die eine vielseitige Bewegung derselben gestattet, entweder mittelst eines Stäbchens an dem Rohre, dem Objecttisch oder an dem Fuße des Mikroskops befestigt, oder endlich so vor dasselbe hingestellt, daß sie möglichst viel Licht auf den Gegenstand werfen. Bei Anwendung dieser Beleuchtungsweise setzt man den Spiegel außer Thätigkeit oder hält die von demselben ausgehenden Lichtstrahlen vom Gegenstande dadurch ab, daß man die Oeffnung des Objecttisches durch die an demselben angebrachte, mit Oeffnungen versehene Blendung verschließt; der Gegenstand erscheint dann hell auf dunklem Grunde. (S. Fig. 21, Staub von einem Schmetterlingsflügel 90 mal vergrößert.) Die Beleuchtungslinse und das Beleuchtungsprisma

bringen zwar ein sehr helles Licht hervor, allein das Object, welches dann stets auf einem undurchsichtigen Körper, der erwähnten, schwarz

Fig. 21.



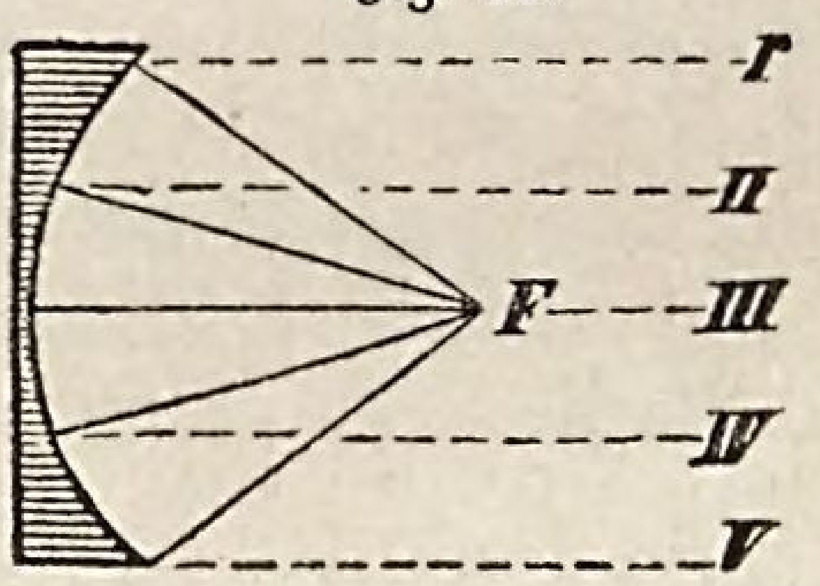
angestrichenen Blendung, liegen muß, kann dabei immer nur von einer Seite und zwar von derjenigen, woher das Licht kommt, beleuchtet werden.

Eine bessere, aber der Kostspieligkeit wegen seltener gebrauchte Vorrichtung zur Beleuchtung kleiner undurchsichtiger Gegenstände gewährt der sogenannte Lieberkühnsche Spiegel. Es ist das ein kleiner, in der Mitte durchbohrter Hohlspiegel von Metall, welcher so an dem Objectiv angebracht wird, daß er dasselbe ringförmig umgiebt. Ein Spiegel, wie er zur Beleuchtung durchsichtiger Gegenstände gebraucht wird, wirft die Lichtstrahlen auf den Metallspiegel und dieser wirft sie concentrirt auf das unter ihm befindliche Object zurück. Der an das Object angeschraubte „Lieberkühn" kann indessen nur mit einem für ihn bestimmten Linsensystem gebraucht werden, da er so eingerichtet ist, daß seine Brennweite mit dem Focus des Systems zusammenfällt. Bei seiner Anwendung muß das Object natürlich auf einer durchsichtigen Unterlage liegen und die Oeffnung des Tisches sehr weit sein. Die richtige Einstellung des Objectivs giebt zugleich diejenige des daran befestigten „Lieberkühn". Außerdem ist die bei diesem Verfahren anzuwendende Vergrößerung eine beschränkte und darf in der Regel 200 im Durchmesser nicht übersteigen. Für die Beleuchtung durchsichtiger Objecte, die sich auf einer durchsichtigen Glasplatte auf dem Objecttisch über dessen Oeffnung befinden müssen, bedient man sich des unter dem Tische (s. Fig. 19. *4*) beweglich angebrachten Reflexionsspiegels, welcher die von ihm zurückgeworfenen Lichtstrahlen von unten her dem Gegenstande zuschickt. (Beleuchtung mit durchgehendem Lichte.)

Der Spiegel kann ein gewöhnlicher ebener Spiegel sein, der bei gewöhnlich runder Form mit einer zweckmäßigen Fassung versehen ist.

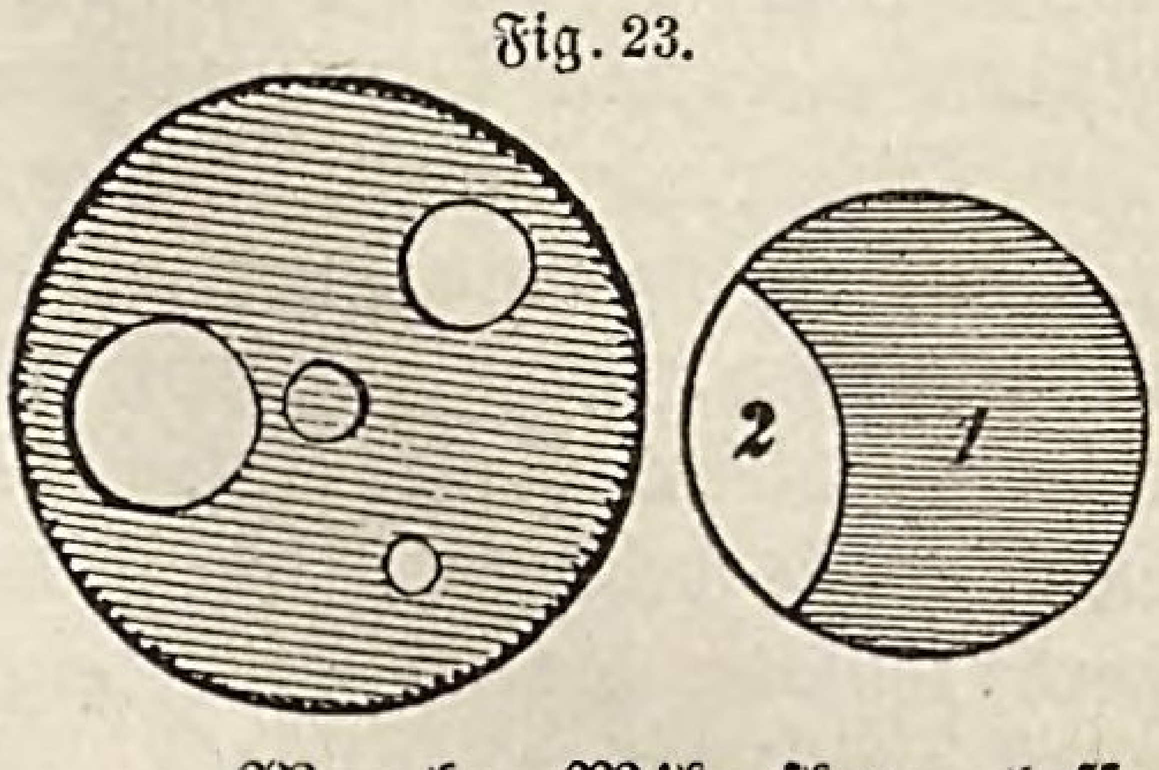
Ein solcher reicht jedoch nur für mäßige Vergrößerung aus, weil er die einfallenden Strahlen unter demselben Winkel einfach reflectirt. Für stärkere Vergrößerungen bedient man sich daher eines Hohlspiegels. Derselbe besitzt nämlich die Eigenschaft, die auf ihn fallenden, parallelen Lichtstrahlen so zurückzuwerfen, daß sie alle in einem Punkte, seinem Brennpunkte oder Focus (*F*), vereinigt werden. Er erleuchtet daher einen Gegenstand, der sich ungefähr in seinem Brennpunkte befindet, viel stärker als ein gewöhnlicher ebener Spiegel, was für die Anwendung stärkerer Vergrößerungen sehr wichtig ist. Siehe Fig. 22.

Fig. 22.



Bei allen theureren Mikroskopen ist der Reflexionsspiegel doppelt, derart, daß sich auf der einen Seite ein Hohl- und auf der anderen ein Planspiegel befindet, so daß man nach Belieben für schwächere Vergrößerungen den ebenen oder Planspiegel, für stärkere den Hohlspiegel zur Beleuchtung verwenden kann. Für sehr bedeutende Vergrößerungen reicht indessen auch die Beleuchtung durch einen Hohlspiegel nicht hin, sondern es muß das von demselben auf das Object zurückgestrahlte Licht noch durch eine besondere Beleuchtungslinse, welche so am Tische befestigt ist, daß sie sich zwischen den Spiegel und die Oeffnung des Tisches horizontal (wagerecht) einschieben läßt, verstärkt werden. Diese convexe Beleuchtungslinse, in eine Messingröhre gefaßt, wird in die Oeffnung des Objecttisches unter dem Gegenstande eingeschoben. Eine besondere Vorrichtung gestattet, sie höher und tiefer zu stellen, so daß die durch den Spiegel auf sie geworfenen und von ihr gebrochenen Lichtstrahlen möglichst vollkommen auf dem Gegenstande vereinigt werden, wodurch dieser eine sehr intensive (an sich starke, lebhaft erregte) Beleuchtung hat. Allein nicht immer ist eine so intensive Beleuchtung für die Beobachtung vortheilhaft. Bei sehr zarten, völlig durchsichtigen Objecten kann schon die Beleuchtung durch den Spiegel oft zu stark sein, so daß die Umrisse jener Objecte, ja die Einzelnheiten ihres Baues, feine Zeichnungen an demselben ꝛc. unsichtbar werden. Dann muß man die Lichtmenge vermindern, und dies geschieht entweder durch Verstellen des Spiegels oder wirksamer mittelst einer unterhalb des Objecttisches verschiebbar angebrachten Drehscheibe (Diaphragma genannt), welche mit 4—5 runden Oeffnungen verschiedener Größe versehen ist, oder durch in die Oeffnung des Objecttisches passende durchbohrte Blenden. Siehe Fig. 23. Durch erwähnte Vorrichtung kann man die Oeffnung des Tisches beliebig verkleinern und dadurch die Menge des hindurchgehenden Lichtes vermindern.

Fig. 23.



Manche Mikroskope lassen eine Stellung zu, bei welcher man

zur Beleuchtung durchsichtiger Gegenstände gar keines Spiegels bedarf. Man wendet sie horizontal, in derselben Weise, wie ein Perspectiv, direct gegen die Lichtquelle: das Fenster, die Lampe, oder im Freien gegen den Himmel, so daß die Lichstrahlen unmittelbar den Gegenstand treffen und durch ihn hindurch an das Objectiv gelangen. Verfasser nimmt keinen Anstand, betrachtet es vielmehr als willkommene Gelegenheit, offen und mit Freuden zu bekennen, daß diese Gattung, welche zugleich zu den billigsten, ihm bekannten brauchbaren Mikroskopen gehört, nicht nur die Quelle ist, die ihn mit Vorliebe für dieses Instrument erfüllt, sondern auch ihm dasselbe seit Jahren zu einem Mittel dauernder Freude und Belehrung gemacht hat, deren Frucht er in diesen geringen Zeilen mit dem aufrichtigen Wunsche niederlegt, daß er sich in hohem Grade glücklich schätzen und mehr als reichlich für sein schwaches Streben belohnt sehen würde, wenn sich das Mikroskop durch dieses Büchlein bei Berufsgenossen oder andern Ständen die Vorliebe in ähnlichem Maße erwürbe, als dies beim Verfasser der Fall ist. Derselbe fühlt sich daher besonders veranlaßt, dasselbe noch mit einigen Bemerkungen zu begleiten.

Was zunächst seine Construction anbelangt, so muß dieselbe als höchst einfach bezeichnet werden. Es enthält in der That eben nur die ganz nothwendigen, indeß selbstverständlich nach Vorschrift construirten Theile; nämlich ein Ocular mit Sammellinse, ein achromatisches Objectiv, einen unbeweglichen Objecttisch, bei dem der Mangel einer feinen Einstellung nicht in Betracht kommt, da die Vergrößerung etwa nur eine 70fache (lineare) ist, und endlich einen ebenen Spiegel. Letzterer ist insofern über die übliche Construction hinaus vervollständigt, als er mit Leichtigkeit aus dem Stativ herauszunehmen und wieder einzusetzen ist. In Bezug auf Entstehung, Zweck und Anwendung dieser Gattung ist zu bemerken, daß der Verfertiger (R. Wasserlein in Berlin) das rühmliche, vielseitig (zuletzt durch Diplom auf der badischen landwirthschaftlichen Ausstellung) anerkannte Verdienst hat, wirklich brauchbare Mikroskope zu dem niedrigsten Preise herzustellen, und daß derselbe somit gleichzeitig die Popularität dieses wichtigen Instrumentes angebahnt hat, um ihm, ähnlich wie es in England der Fall ist, auch Eingang in die Familien zu verschaffen. Speciell schwebte ihm wohl der Gedanke vor, daß dies Instrument nach zwei Richtungen hin nützen kann; nämlich erstens demjenigen Laien, der entweder nur 6 Thlr. (denn dies ist der Preis der qu. Gattung) anwenden wolle oder auch nur könne; zweitens aber auch solchen Mikroskopikern auf der Reise dienen könne, die gern schnell einmal unterwegs eine vorläufige Untersuchung vornehmen wollen. Für dergleichen Situationen ist es wie geschaffen, schon insofern, als man keinen Tisch entbehrt. Man nimmt in diesem Falle einfach den Spiegel sammt Fuß heraus und ist durch nichts behindert, die Untersuchung vorzunehmen. Das Object wird zwischen die im Etui beigegebenen Objectträger gelegt und dann auf den Objecttisch gebracht, auf

welchem es mittelst zweier Klammern festgehalten wird. Darauf kann der Beobachter das Mikroskop unbeschadet des Präparates in jede Lage bringen, entweder direct gegen den Himmel oder unter irgend einem beliebigen Winkel richten, um genügendes Licht zu empfangen. Noch eine dritte Verwendung kann dieses kleine Mikroskop in Schulen oder in Gesellschaften finden, da man dasselbe, einmal mit dem Präparat versehen, von Hand zu Hand geben kann und somit einmal der Mühe des Aufstehens und Bückens überhoben ist, wie auch der Sorge, daß das Object durch Berührung des Stativs aus dem Focus verschoben werden könne. Das zusammengeschobene Instrument befindet sich in einem festen, inwendig mit Sammet ausgelegten Etui von Holz mit Lederüberzug, von walzenförmiger Gestalt; dasselbe ist etwa 5 ½″ lang und hat 2″ im Durchmesser und ist somit in größeren Taschen bequem zu transportiren.

VI.

Von den Hülfsmitteln zum Nachzeichnen mikroskopischer Bilder, zum Messen mikroskopischer Gegenstände und zur Bestimmung der Vergrößerung eines Mikroskopes.

Die bis jetzt betrachteten wesentlichen Theile des Mikroskopes genügen nur für den Fall, wenn man bereits fertige mikroskopische Präparate unter dem Instrumente betrachtet. Will man dagegen eigene eingehende Beobachtungen und Untersuchungen anstellen, kurz: mit dem Mikroskop selbstständig arbeiten, so hat man in vielen Fällen noch allerlei Hülfsapparate nöthig. Zu den unentbehrlichen gehören für manche Zwecke die Vorrichtungen, welche uns in den Stand setzen, das durch das Mikroskop Wahrgenommene zu zeichnen, zu messen u. s. w. Die einfachste Methode, deren man sich beispielsweise zum Nachzeichnen bedienen kann, ist nach Harting die des sogenannten Doppeltsehens. Dieses Verfahren beruht auf folgendem Princip. Hält man einen undurchsichtigen Gegenstand, z. B. einen Finger, in einiger Entfernung vor das eine Auge, so daß dadurch ein etwas entfernter Gegenstand diesem Auge verdeckt wird, so wird man denselben noch mit dem zweiten Auge gewahren und bei einer bestimmten Richtung des letzteren wird es sogar den Anschein haben, als sähe man den Gegenstand durch den Finger hindurch. (Man überträgt also in diesem Falle die Bilder, welche von dem einen Auge wahrgenommen werden, auf jene Bilder, welche das andere Auge sieht, oder um mit Joh. Müller zu reden:

„man erwirbt sich die Fähigkeit, durch den Geist überzudestilliren".) Bei einiger Uebung wird man so etwas auch durch das Mikroskop sehen. Beobachtet man nämlich mit einem Auge das Object im Gesichtsfelde und blickt mit dem andern auf einen zur Seite des Mikroskops befindlichen Körper, z. B. auf einen Bleistift, einen Zirkel u. s. w., so werden sich diese Körper zugleich mit dem Objecte im Gesichtsfelde zu zeigen scheinen. Schaut man z. B. mit dem linken Auge ins Mikroskop und befindet sich auf dessen rechter Seite ein Stück Papier, dann sind Gesichtsfeld und Papier auf einander projicirt, (übertragen) und auf letzterem wird man die Umrisse der Bilder zeichnen können, die sich im ersteren befinden. Dies Doppeltsehen erfordert allerdings einige Uebung. Man kann sich aber dieses Verfahren bald aneignen und namentlich ist dasselbe angehenden Beobachtern sehr zu empfehlen, einmal deshalb, weil Bilder dadurch auf die einfachste Weise (ohne Richtungsveränderung der Strahlen) projicirt werden und vorzugsweise aus dem Grunde, weil es das einzige Verfahren ist, bei dem durchaus kein Licht verloren geht. Besonders der letztgenannte Vortheil ist sehr erheblich; denn bei allen anderen Methoden, von denen einige sogleich Erwähnung finden werden, ist man, wenn die Vergrößerungen nur irgend bedeutend sind, genöthigt, die Objecte stark zu beleuchten, und dadurch wird die Wahrnehmung ihrer feinsten Bestandtheile stark beeinträchtigt. Beim Doppeltsehen braucht man deshalb nicht besorgt zu sein; die einzige Vorkehrung, um die Illusion vollständiger zu machen, besteht darin, daß man der Oberfläche, auf welche das Bild entworfen werden soll, gern eine Färbung ertheilt, die möglichst mit jener des Gesichtsfeldes übereinstimmt. Verschiedenfarbiges Papier, das man auf den Tisch legt, entspricht diesem Vorhaben am besten, wovon Jeder sich durch einen einfachen Versuch leicht überzeugen kann, wenn er folgendes Verfahren beobachtet: Man lege ein Blatt Papier unmittelbar neben den Fuß des Mikroskops auf den Tisch; rechts von demselben, wenn man mit dem linken, links, wenn man mit dem rechten Auge durch das Mikroskop sehen will. Oeffnet man nun beide Augen, indem man mit dem einen das Bild im Mikroskop, mit dem andern das Papier fixirt, so wird das Bild des Gegenstandes auf dem Papier erscheinen und läßt sich dort leicht mit der Spitze eines Bleistiftes nachzeichnen. Soll die Zeichnung gelingen, so muß man jedoch die Beleuchtung reguliren; erscheint das Bild nicht deutlich genug, so beschatte man das Papier durch Vorhalten der Hand, Vorstellen eines Buches rc. — sieht man die Spitze des Bleistiftes und die damit gemachten Striche nicht hinreichend deutlich, so verändere man die Helligkeit des Bildes durch Verstellen des Spiegels, Verschieben der Blendung rc. Kurzsichtige müssen sich ferner dabei einer Brille bedienen oder das Papier durch untergelegte Bücher oder andere Unterlagen dem Auge näher bringen; Weitsichtige dagegen das Papier weiter vom Auge entfernen, etwa dadurch, daß sie das Papier auf den Tisch legen, während

sie das Mikroskop daneben auf einen Kasten stellen. Vergleicht man die Größe der Bilder eines und desselben Gegenstandes, welche man bei verschiedener Entfernung des Papiers vom Auge, resp. dem Ocular des Mikroskops gezeichnet hat, so wird man finden, daß diese um so größer sind, je weiter das Papier vom Auge entfernt war, und umgekehrt, um so kleiner, je mehr das Papier dem Auge genähert wurde. Zu bemerken ist noch, daß die Stellung der Augen während des Zeichnens dieselbe bleiben muß; hat einmal eine Veränderung stattgefunden, so erfordert es einige Mühe, es dahin zu bringen, daß das Bild wieder genau mit der angefangenen Zeichnung zusammen fällt.

Soll jedoch die Abbildung eines mikroskopischen Gegenstandes ganz getreu werden, wie z. B. in Fällen, in welchen es sich um möglichst genaue Nachbildung der Lage und Größe mikroskopischer Gegenstände, der Winkel mikroskopischer Krystalle und dergl. handelt, so kann man sich dazu verschiedener anderer Hülfsmittel bedienen und eine Betrachtung wenigstens der einfachsten und gebräuchlichsten derselben erscheint um so nothwendiger, als dieselben gleichzeitig dazu dienen, um die Vergrößerungen eines Mikroskops zu bestimmen. Es giebt mehrere, nach verschiedenen Principien construirte Apparate, welche zu diesem Zwecke dienen können, als: Zeichenprismen, Sömmeringsche Spiegelchen, Camera lucida ꝛc. Sie alle gestatten, Bild und Zeichnung gleichzeitig mit demselben Auge zu fixiren und sorgen zugleich dafür, daß das Auge immer dieselbe Stellung behält. Wir wollen hier nur einige und ihre Anwendungsweise kurz betrachten.

Bei diesen Apparaten bringt man die Strahlen, bevor sie ins Auge gelangen, also innerhalb der Mikroskopröhre, in eine andere Richtung, und zwar mittelst Glasprismen, durch deren Form die Richtung bestimmt wird, in welcher die Strahlen weiterhin ihren Weg nach dem Auge fortsetzen werden. Die gebräuchlichste Form ist das rechtwinklige Prisma (dreiseitig geschliffenes Glas), dessen Durchschnitt in Fig. 24 dargestellt ist. Treffen die parallelen Strahlen *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, senkrecht auf dieses Prisma, so werden sie ohne eine Brechung zu erleiden die Hypothenusenfläche (längste Seite) *A B* erreichen und zwar unter einem Winkel von 45°. An dieser Fläche erfolgt eine vollständige Reflexion unter dem nämlichen Winkel von 45°; die Strahlen bilden daher einen rechten Winkel mit der ursprünglichen Richtung und verlaufen nach *a' b' c' d' e'*. Ist also ein solches Prisma mit der Fläche *B C* dem Auge zugekehrt, so wird man alle Objecte wahrnehmen, die ihre Strahlen nach der Oberfläche *A B* entsenden. Man sieht aber auch zugleich, daß die Gegenstände sich nicht mehr ganz in der ursprünglichen Richtung darstellen. Wie bei jeder Reflexion findet auch hier eine halbe Umkehrung statt; wie aus der Figur zu entnehmen ist, in welcher die reflectirten Strahlen im Verhältniß zu den einfallenden in umgekehrter Ordnung auf einander folgen. Ein solches rechtwinkliges Glasprisma läßt sich an allen Punkten des Rohres zwischen dem

Objectiv und dem Ocular anbringen, nur muß das Rohr, wie sich von selbst versteht, alsdann an dieser Stelle rechtwinklig umgebogen sein, wie Fig. 25 veranschaulicht. Die Lichtstrahlen, welche von dem Objectivglas kommen, fallen demnach vor ihrer Vereinigung auf das Glasprisma *P* und werden von der unter 45° geneigten längeren Seite durch das Ocular nach dem Sömmeringschen Stahlspiegelchen *S* reflectirt. Dieses hat höchstens 1 — 2 mm. im Durchmesser, ist gleichfalls unter 45° geneigt und wirft das Bild in das bei *a* befindliche Auge, welches auf ein in der Richtung *v v* liegendes Papier herabsieht. Da nun die Pupille des Auges kleiner ist, als das Spiegelchen, so fallen Lichtstrahlen von ihm und dem darunter befindlichen Papier auf dieselbe Stelle der Netzhaut. Man sieht darum auf dem Papier scheinbar das mikroskopische Bild und kann es mit einem Bleistift, dessen Spitze in gleiche Richtung gebracht, bequem nachzeichnen. —

Fig. 24.

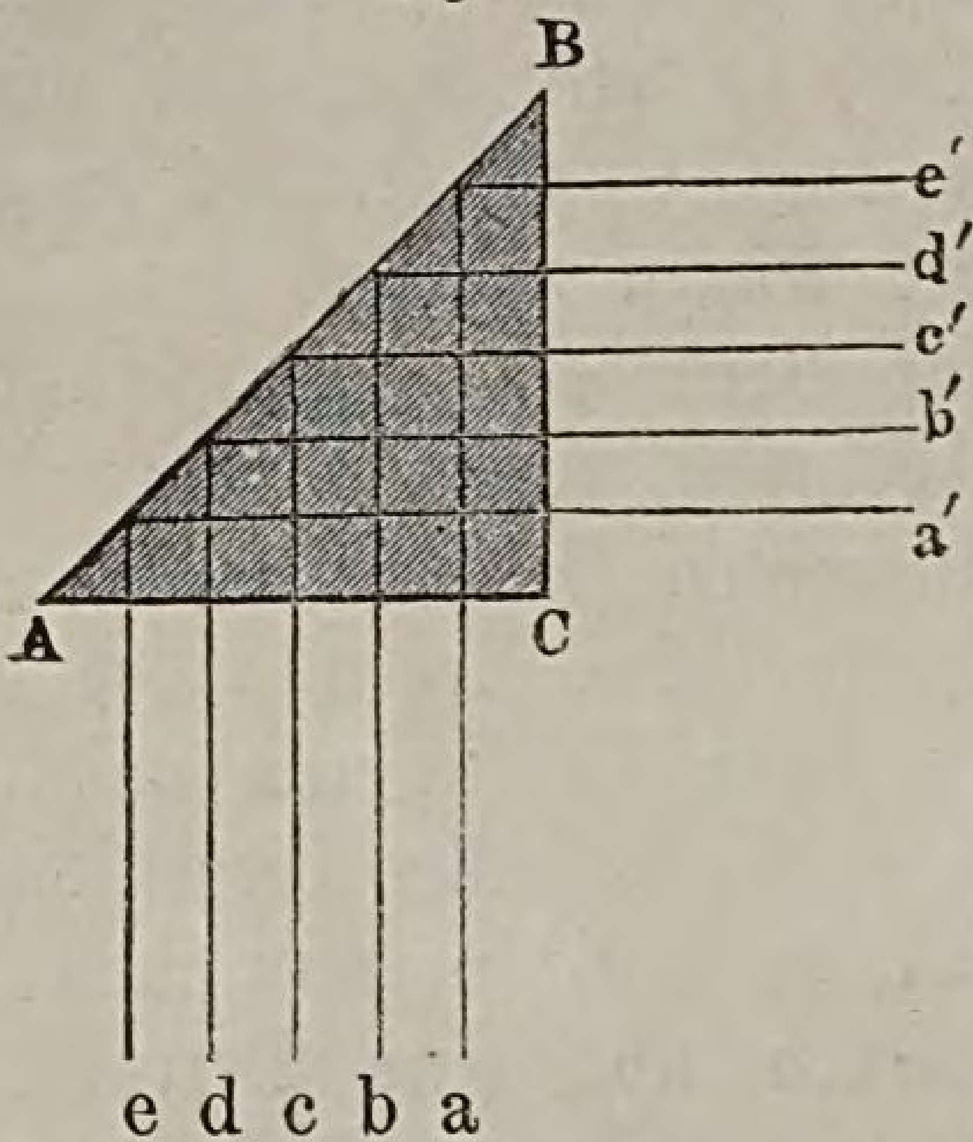
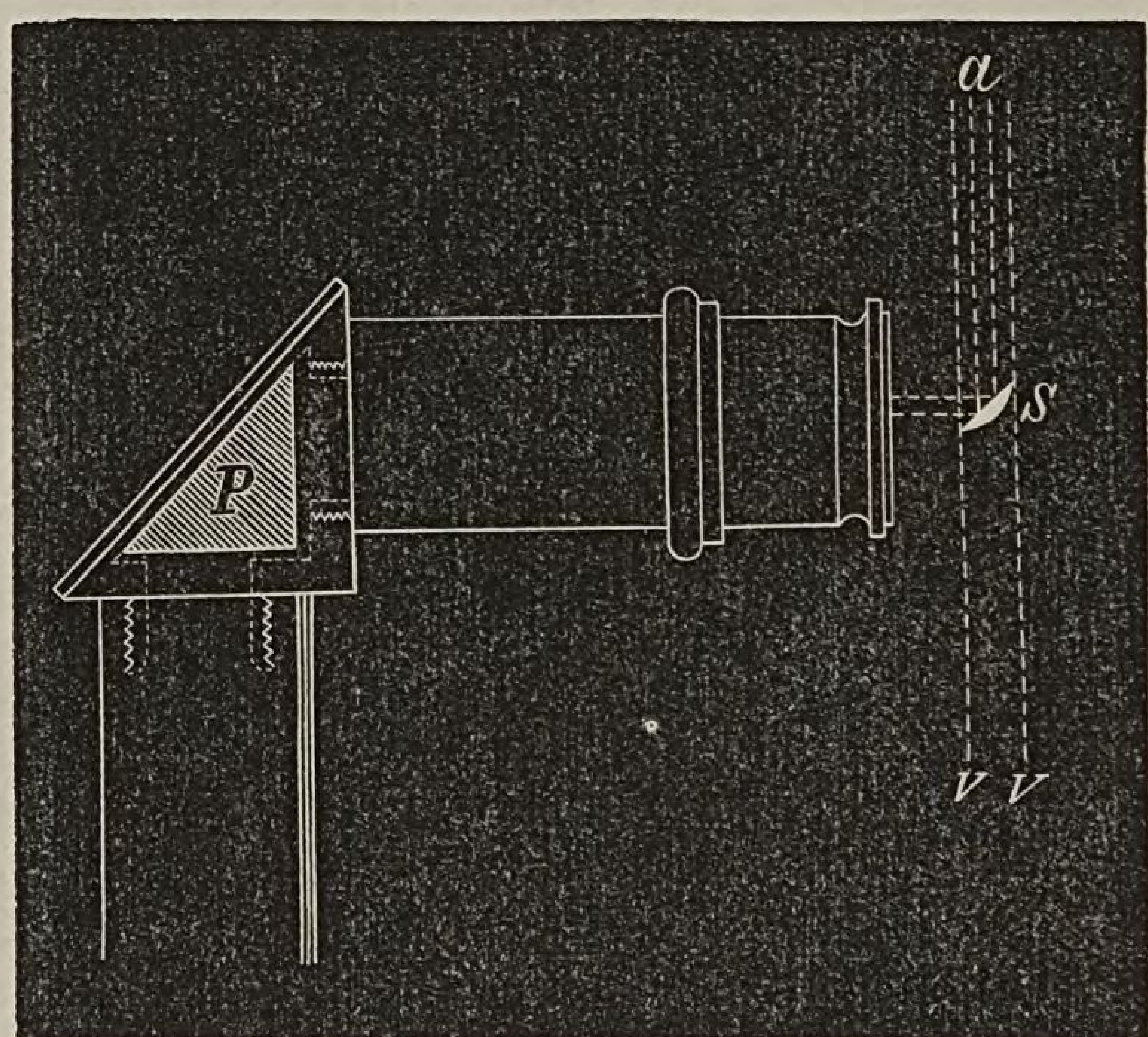


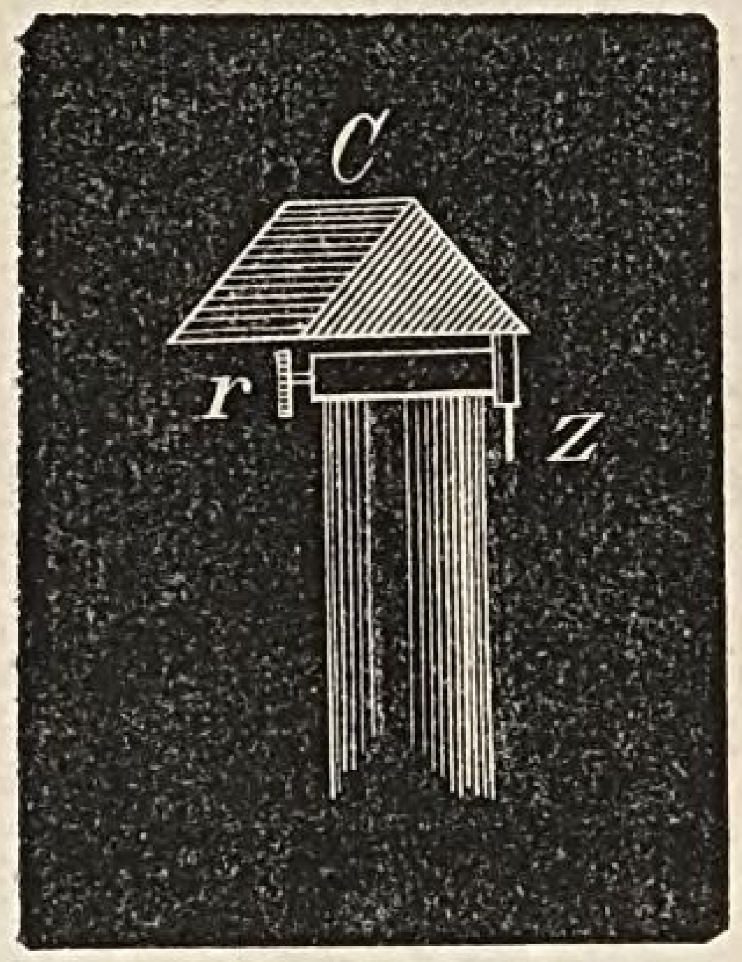
Fig. 25.



Für die gewöhnlichen, aufrecht stehenden Mikroskope, deren Rohr keine wagerechte Stellung, mithin auch die Anwendung des Prisma's nicht zuläßt, braucht man neben dem Sömmeringschen Spiegel noch einen zweiten, etwas größeren Spiegel (von mehreren Quadratzoll Oberfläche), der, etwas über die Mikroskopröhre vorragend und schief gegen den Tisch gestellt, das Bild des Papiers und Bleistiftes auf

dem Zeichentische dem kleinen Spiegelchen zuwirft, von welchem es in das Auge gelangt, welches gleichzeitig neben dem Spiegelchen vorbei durch das Ocular des Mikroskops das Bild des Gegenstandes erblickt, so daß beide einander decken. Diese Zeichenvorrichtung (Camera lucida von Gerling) (Fig. 26) läßt sich leicht an dem Rohr des Mikroskops befestigen, indem man einen Ring (*r*) an den oberen Theil des Mikroskoprohres festschraubt, der seitlich ein senkrechtes Loch hat, in welches ein Zapfen (*Z*) eingesteckt werden kann, um den sich der Zeichenapparat *C* drehen und so in jede beliebige Stellung bringen läßt. Das kleine, auf der Figur nicht sichtbare Spiegelchen muß sich gerade über der Mitte des Ocularglases befinden. Der Gebrauch dieses Apparates, der nach Vogel zu den billigsten und bequemsten Zeichenapparaten gehört, welche sich bei senkrecht stehenden Mikroskopen anwenden lassen, ergiebt sich mit Hülfe der vorstehenden Beschreibung nach einiger Uebung von selbst. (Nach einem Mikroskope von Engelbert und Hensold in Braunfels.)

Fig. 26.



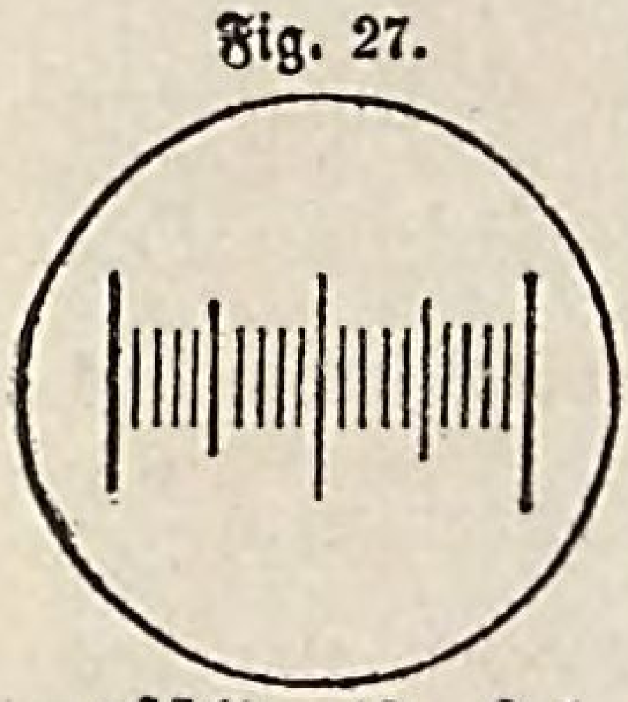
Ein anderer gebräuchlicher Apparat zum Zeichnen, den Wasserlein seinen Mikroskopen beizugeben pflegt, ist das Zeichenprisma von Nachet. Es besteht einfach aus einem gleichseitigen Prisma und wird mit seiner Fassung auf einen an das Rohr des Mikroskops befestigten Ring aufgesteckt und so über das Ocular gedreht, daß ebenfalls das Bild des Gegenstandes auf der Fläche des Papiers erscheint, auf dem dasselbe nachgezeichnet werden soll.

Endlich sei noch eines Hülfsmittels Erwähnung gethan, das andere kostspieligere Apparate der Art in vielen Fällen entbehrlich macht. Man nimmt ein sehr dünnes Glimmerplättchen (dieses Mineral läßt sich leicht in Blättchen spalten, die nur $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{30}$ mm. dick sind) etwa von der Größe eines Deckgläschens. Darauf durchschneidet man ein quadratisches Stückchen dünner Pappe von gleicher Größe in seiner Mitte, so daß man zwei rechtwinklige Dreiecke erhält. Die langen Seiten dieser beiden Dreiecke werden durch Leim oder Wachs an die Seiten des Glimmerplättchens angeklebt, so daß dieses mit den schmalen Seiten der Pappstückchen einen Winkel von 45° bildet. Diesen kleinen Apparat stellt man auf das Ocular. Sieht man nun in horizontaler Richtung auf die untere, gegen das Ocular geneigte Fläche des Glimmerplättchens, so erblickt man in diesem ein Bild des Gegenstandes und kann dieses bei gehöriger Regulirung und Beleuchtung auf einer matten Glastafel, auf einem Blättchen Papier oder noch besser auf einer Schiefertafel, welche man in senkrechter Richtung dahin stellt, wo das Bild erscheint, leicht nachzeichnen. Harting, als Practiker, betont für das Nachzeichnen mikroskopischer Bilder noch besonders, daß die Fläche, auf welche das Bild entworfen wird, immer nur wenig Licht

zu reflectiren braucht, damit die Oeffnung der Pupille möglichst groß ist. Findet also die Uebertragung auf ein darunter liegendes weißes Papier statt, so muß man mit der Hand oder durch einen andern Gegenstand einen Schatten darauf fallen lassen. Eine schwarz gefärbte Oberfläche, z. B. von einer Schiefertafel, entspricht im Allgemeinen am besten, weshalb man dieselbe auch vorzugsweise anwendet. In neuerer Zeit hat man sogar mikroskopische Bilder auf photographischem Wege fixirt, wozu natürlich besondere Einrichtungen am Mikroskop gehören, die sich aber in ihrer einfachsten Form ohne große Kosten herstellen lassen sollen. —

Schon zu wiederholten Malen war von der Vergrößerung des Mikroskops die Rede und von den Mitteln, dieselbe aus der Brennweite der Linsen und der mittleren Sehweite zu berechnen. So ist unter Anderem ausgemacht, daß in einem zusammengesetzten Mikroskop die Vergrößerung gleich ist dem Producte, welches sich ergiebt, wenn man den Vergrößerungswerth des Objectiv-Systemes mit dem des Oculars multiciplirt. Obwohl dies Resultat ein genaues ist, so ist doch die Ermittelung desselben etwas complicirt und schließt die Möglichkeit nicht aus, daß bei den einzelnen Messungen Fehler unterlaufen können; darum verdienen diejenigen Methoden den Vorzug, durch welche die Gesammtvergrößerung des Mikroskopes auf directe Weise bestimmt wird. Diese Methoden sind dabei leichter ausführbar und liefern mindestens gleich genaue Resultate. Solche Vorrichtungen, um die Größe mikroskopischer Gegenstände zu messen, sind auch für viele technische Zwecke unentbehrlich. Wenn es sich z. B. um Zählen von kleinen Objecten oder von Theilen eines Objectes in einem bestimmten Raume handelt, so ist es wünschenswerth, daß man den wahren Durchmesser des Gesichtsfeldes und dessen quadratischen Inhalt kennt, da dieser gleich ist dem Theil der Oberfläche eines Objectes, das sich unter dem Mikroskop befindet. Die einfachste dieser Meßvorrichtungen, womit man für die meisten Fälle ausreicht, bildet ein sogenannter Glasmikrometer, d. h. ein feiner Maßstab, welcher mittelst eines zu diesem Zwecke in einer besonderen Theilmaschine befestigten Diamants auf eine Glasplatte eingeritzt ist. Es giebt Glasmikrometer, auf welchen die einzelnen Theilstriche um $1/_{1000}$ Linie, ja selbst noch weniger von einander abstehen, so daß die Unterscheidung der einzelnen Theilchen dem unbewaffneten Auge unmöglich ist; doch reicht man für die meisten Fälle mit einem Mikrometer aus, dessen Theilstriche um $1/_{10}$ mm. von einander abstehen, und wobei, wie in Fig. 27. in vergrößertem Maßstabe, jeder 5te Theilstrich um etwas, dagegen jeder 10te bedeutend länger ist, als die übrigen, was die rasche Zählung der Theilstriche erleichtert. Der Mikrometer ist am bequemsten auf eine runde Glasplatte getheilt, welche mit einer Messingfassung versehen und so einzurichten ist, daß sie im Innern auf die Blendung des Oculars gelegt werden kann. Dieses Instrument kann nun auf doppelte Weise ge-

Fig. 27.



braucht werden. Bringt man ein solches, mit der Theilung nach oben, auf den Objecttisch, legt den zu messenden Gegenstand darauf, und stellt darauf das Mikroskop so ein, daß man die Theilung und den Gegenstand zugleich sieht, so kann man letzteren unmittelbar messen: jeder Theil desselben, der gerade den Raum zwischen 2 Theilstrichen des Maßstabes ausfüllt, ist 0,1 mm. ($^1/_{10}$) groß. Theile des Gegenstandes oder kleine Gegenstände, die weniger als 0,1 mm. im Durchmesser haben, muß man dann annähernd abschätzen. Doch empfiehlt sich dieses Verfahren weniger, weil der Mikrometer hierbei zugleich als Objectträger dient und durch eventuell erforderliche Reinigung sehr bald verdorben werden könnte. Viel besser ist daher der schon angedeutete Gebrauch des Mikrometers im Ocular, welcher außerdem auch viel genauere Messungen erlaubt. Man schraubt zu diesem Zwecke das obere Glas des Oculars ab, legt das Instrument mit der Theilung nach unten auf die Blendung in der Mitte der Röhre und schraubt das obere Ocularglas wieder auf. Dieses Verfahren hat verschiedene Vorzüge. Der Mikrometer wird in dieser Stellung nur durch das oberste Glas des Oculars vergrößert, seine Theile erscheinen also viel enger, als wenn er sich auf dem Objecttische befände; ferner werden die Theilstriche in dieser Lage auch nicht von dem Gegenstande verdeckt, sondern schweben über demselben, und da er sich außerdem mit dem Ocular in der Mikroskopröhre um seine Achse drehen läßt, so kann man nach einander mit demselben verschiedene, selbst entgegengesetzte Durchmesser des Gegenstandes messen. Der Mikrometer im Ocular ist aber kein absoluter Maßstab, wie der auf dem Objecttische, wenn man dessen Theilung kennt; seine Geltung muß vielmehr erst bestimmt werden und zwar für jedes Mikroskop und für jede Vergrößerung eines Mikroskops besonders, da sie für jede eine andere ist. Es ist daher zweckmäßig, sich für jedes Mikroskop eine kleine Tabelle zu entwerfen, die angiebt, welche Geltung ein Theilstrich des Mikrometers im Ocular für jede Vergrößerung besitzt, wenn nicht schon der Fabrikant dem Instrument bereits eine solche Tabelle beigegeben hat, wie es in der Regel der Fall ist.

Die Bestimmung der Geltung, welche jeder Theil eines Ocular-Mikrometers bei einer bestimmten Vergrößerung hat, läßt sich practisch am einfachsten dadurch ausführen, daß man einen zweiten Mikrometer mit gleicher Theilung auf den Objecttisch legt und untersucht, wie viel Theile des Ocular-Mikrometers einigen oder mehreren Theilstrichen des unteren, auf dem Objecttische liegenden entsprechen. Einige Beispiele werden das deutlicher machen. Der untere, auf dem Objecttisch liegende Mikrometer sei in $^1/_{10}$ mm. getheilt. Wenn nun bei Anwendung des schwächsten Linsensystems und eingeschobenem Rohre 2 Theile des Ocular-Mikrometers gerade 1 Theile des unteren entsprechen, so hat für

diese Vergrößerung 1 Theil des Ocular-Mikrometers eine Geltung von $\frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ mm. ($^5/_{100} = {}^1/_{20}$). Entsprechen bei demselben Objectiv, aber ganz ausgezogenem Rohre, 4 Theile des Ocular-Mikrometers 1 Theile des unteren, so mißt 1 Theil des Ocular-Mikrometers $\frac{0{,}1}{4} = 0{,}025$ mm. ($^{25}/_{1000} = {}^1/_{40}$). Entsprechen bei Anwendung des stärksten Linsensystems und ganz ausgezogenem Rohre 20 Theile des Ocular-Mikrometers 1 Theile des unteren, so hat 1 Theil des Ocular-Mikrometers bei dieser Vergrößerung einen Werth von $\frac{0{,}1}{20} = 0{,}005$ mm. ($^5/_{1000} = {}^1/_{200}$) u. s. w. Wer nur einen Mikrometer zum Einlegen in das Ocular besitzt, kann sich den zu solchen Bestimmungen nöthigen zweiten leicht und ohne Kosten selbst herstellen, indem er sich nach einem von Dr. Vogel angegebenen Verfahren mittelst Collodium eine Copie seines Mikrometers verfertigt. Man braucht zu diesem Zwecke nur einen Tropfen Collodium auf die Theilung der Mikrometerplatte zu gießen. Dieser breitet sich auf derselben aus und ist nach spätestens einer Viertelstunde zu einem dünnen Häutchen eingetrocknet, welches eine genaue, unter dem Mikroskop deutlich sichtbare Copie des Mikrometers enthält. Nachdem man das Collodiumhäutchen durch Abschneiden seiner Ränder mit einem scharfen Federmesser von der Mikrometerplatte abgelöst hat, kann man es auf einen Objectträger (Glasplättchen) bringen und, durch ein Deckgläschen geschützt, das man mit etwas Wachs oder Kanadabalsam darüber festklebt, fortan als auf den Objecttisch zu legenden Mikrometer gebrauchen. Es gelingt zwar nicht jede solche Copie, da sich, wenn das Collodium dickflüssig ist, leicht störende Luftblasen bilden und, wenn es sehr dünnflüssig ist, das zarte Häutchen leicht Falten bekommt. Aber die Herstellung dieser Copie ist so einfach, daß man sich leicht eine Anzahl davon verfertigen kann, um die gelungenste derselben aufzubewahren.

Was die Maßstäbe betrifft, deren man sich zu Messungen mikroskopischer Gegenstände zu bedienen pflegt, so herrscht darin bis jetzt leider große Verschiedenheit. Die Engländer bedienen sich meist der Bruchtheile des englischen Zolles, was für sehr kleine Gegenstände höchst unbequeme Zahlen giebt. Andere gebrauchen bald gemeine, bald Decimalbrüche verschiedener Arten von Linien, wie der Pariser, Wiener 2c. Am empfehlenswerthesten und jetzt auch am meisten gebräuchlich ist es, sich der Decimalbrüche des mm. zu bedienen, schon wegen der Beziehung zum metrischen Maße, welches wahrscheinlich doch früher oder später überall, wie bei uns, die anderen Maße verdrängen wird. Für sehr kleine Gegenstände ist aber selbst der mm. als Einheit zu groß, weil er dann vielfach unbequeme Zahlen mit vielen Decimalstellen giebt. Daher empfiehlt sich der Vorschlag, für sehr kleine Gegenstände sich einer noch kleineren Maßeinheit zu bedienen. Dazu eignet sich am

besten ein Tausendtheil eines mm., den man Mikromillimeter oder noch kürzer Mikrum nennt. Er wird am besten durch ein einfaches Zeichen, die Abkürzung Mmm. ausgedrückt, oder noch besser nach Listing's Vorschlag durch μ. 1 μ ist darnach = 0,001 mm. und 12,8 μ = 0,0128 mm. u. s. f. Zur Vergleichung endlich der in verschiedenen Maßen ausgedrückten Angaben über die Größe mikroskopischer Gegenstände, denen man bei verschiedenen Beobachtern begegnet, können folgende Verhältnißzahlen dienen, mit deren Hülfe sich leicht ein Maßstab in einen anderen umrechnen läßt: 1 Millimeter ist gleich 1000 Mikra oder Mikromillimeter (Mmm. oder μ) = 0,4433 Pariser Linie (P. L. oder P.''') = 0,03694 eines Pariser Zolles (P. Z. oder P.'') = 0,03937 eines englischen Zolles (E. Z. oder E'') = 0,03796 eines österreichischen Zolles (Wiener) (W. Z. oder W''.)

Wer viele solcher Umrechnungen zu machen hätte, thäte besser, sich eine Tabelle anzufertigen, welche die Vergleichung bequemer macht. Solche Tabellen sind indeß auch im Buchhandel zu haben. — Außer dem Ocular-Mikrometer lassen sich noch verschiedene andere Vorrichtungen zum Messen mikroskopischer Gegenstände benützen, wie das Fadenkreuz, der Spitzenmikrometer und der von Fraunhofer erfundene, freilich sehr theure Schraubenmikrometer, dessen Preis sich auf circa 40 Thlr. beläuft, während ein Ocular-Glasmikrometer, in 0,1 mm. getheilt, für 1 Thlr. käuflich ist. Der beschriebene Glasmikrometer verdient also entschieden den Vorzug, weil er am billigsten, einfachsten und bequemsten, sowie für die meisten Zwecke ausreichend ist. —

Der Mikrometer bildet, wie schon erwähnt, auch ein Mittel, um mit Hülfe des früher beschriebenen Doppeltsehens oder einer anderen Vorrichtung zum Zeichnen auf sehr einfache Weise die verschiedenen Vergrößerungen eines Mikroskops zu bestimmen. Wer sich jedoch im Doppeltsehen hinlängliche Fertigkeit erworben hat, der kann die verschiedenen anderen Instrumente entbehren, da diese schon vor 200 Jahren von dem berühmten Robert Hooke zur Messung angewandte Methode sich durch Einfachheit auszeichnet und in Bezug auf Genauigkeit keiner nachsteht, sobald hinlängliche Uebung vorausgegangen ist. Für Anfänger dürfte es sich empfehlen, eine und dieselbe Messung mehrere Male vorzunehmen, natürlich immer bei unverändert gelassener Mikroskopstellung, und dann aus den erhaltenen Werthen die Durchschnittszahl zu nehmen.

Das Verfahren zur Ermittelung verschiedener Vergrößerungen eines Mikroskops durch Doppeltsehen ist kurz folgendes: Man legt dazu den Mikrometer auf den Objecttisch und zeichnet unter Anwendung des Doppeltsehens das Bild des Mikrometers auf ein neben dem Mikroskop liegendes Papier. Indem man das gezeichnete Bild des Mikrometers mit einem Maßstabe ausmißt und mit dem wirklichen Werthe des Mikrometers vergleicht, erfährt man, um wie viel das Bild durch das Mikroskop vergrößert worden ist. Das Verhältniß zwischen

der Größe dieses Bildmikrometers und des wahren Mikrometers ist die eigentliche Vergrößerung des Mikroskopes. Ist z. B. der benutzte Mikrometer in $^1/_{10}$ mm. getheilt, und beträgt die Entfernung der einzelnen Theilstriche auf dem gezeichneten Bilde je 10 mm., so ist demnach 0,1 mm. auf 10 mm., folglich 1 mm. auf 100 mm. vergrößert worden, woraus sich klar ergiebt, daß die angewandte Vergrößerung 100 mal im Durchmesser beträgt (eine 100fache ist). Erblickt man dagegen von einem in Zwanzigstel Millimeter getheilten Glasmikrometer je $^1/_{20}$ mm. 10 mm. (1 zm.) groß, so vergrößert das Instrument 200 mal u. s. w. Erwägen wir jedoch, daß das nämliche Mikroskop für das Auge eines Beobachters stärker vergrößernd ist, als für das Auge eines anderen, weil nämlich die Entfernung, in welche man die Objecte zu bringen pflegt, keineswegs für alle Individuen die nämliche ist, so kommen wir zu dem Schluß, daß die Vergrößerung des Mikroskopes niemals eine absolute, sondern immer nur eine relativ, d. h. bedingungsweise, richtige ist.

Die jedesmalige Vergrößerung ist nothwendig bedingt durch die Sehweite. Gegenstände, die einem normalen Auge in einer Ausdehnung von 10 mm. erscheinen, erscheinen dem Kurzsichtigen etwa 5, dem Weitsichtigen dagegen 15 mm. lang. Neuere Gelehrte, darunter namentlich Harting, gehen nun, um einen Anhalt für die resp. Vergrößerungen zu bieten, von der Ansicht aus, daß man die mittlere deutliche Sehweite eines gesunden Auges als Basis für den durch Zahlen bestimmbaren Werth der Mikroskopvergrößerung annehmen müsse und rechnen diese zu 250 mm. In Deutschland und Frankreich sind deshalb die Mikroskopiker und Optiker auch übereingekommen, 250 mm. Sehweite als Norm anzunehmen, während die Optiker und Mikroskopiker anderer Nationen noch eine andere Basis annehmen, z. B. die Engländer 10 englische Zoll (254 mm). Harting erzählt als Curiosum, ihm sei sogar einmal der Fall vorgekommen, daß die Vergrößerungen eines horizontal gestellten Mikroskops für eine mittlere Sehweite von 370 mm. (37 zm.) berechnet waren, weil dies die zufällige Höhe des Rohres über der Tafel war! Die nothwendig daraus folgende Consequenz ist, daß bei 37 zm. Sehweite die Vergrößerung etwa eine 900malige ist, während sie bei einer mittleren Sehweite von 5 engl. Zollen (127 mm.), wie sie auch von einigen Optikern beliebt wird, nur etwa eine 300malige sein würde. Beiläufig sei noch bemerkt, daß sich übrigens aus der Vergrößerung für eine bestimmte mittlere Sehweite leicht die Vergrößerung für eine andere Sehweite herleiten läßt; die Vergrößerungsziffern verhalten sich nämlich zu einander, wie die Sehweiten. Für eine doppelte Sehweite ist die Vergrößerung auch doppelt so groß und umgekehrt. Einer 350maligen Vergrößerung bei 25 zm. Sehweite entspricht bei 20 zm. Sehweite nur eine Vergrößerung von $\frac{350 . 20}{25} = 280$.

Die in unserem Falle in Betracht kommende Sehweite entspricht dem jedesmaligen Abstande des Papiers, auf dem man zeichnet, vom Auge. Man findet sie leicht, indem man neben das Mikroskop einen Maßstab aufrecht auf das Papier stellt und mit diesem abmißt, wieviel die senkrechte Entfernung des Auges über dem Papier beträgt. Noch ein Beispiel zur Erläuterung. Beträgt bei einem Mikroskop, bei welchem mit vollständig ausgezogenem Rohre eine Sehweite von 25 zm. zu Grunde gelegt ist, bei eingeschobenem Rohre die Entfernung des Auges vom Papier nur 20 zm., so muß die gefundene Zahl entsprechend vergrößert werden, wenn sie einer Sehweite von 25 zm. entsprechen soll. Gesetzt, man habe gefunden, daß unter diesen Umständen 0,1 mm. auf 16 mm., also 1 mm. auf 160 vergrößert worden ist, so giebt das eine Vergrößerung von 160 mm. Durchmesser (bei 20 zm. Sehweite); für die Sehweite von 25 zm. dagegen beträgt die Vergrößerung 200 mm. Durchmesser, denn es verhält sich 20 : 25 = 160 : 200.

Nach dieser Auseinandersetzung hoffen wir, wird dem freundlichen Leser die Beantwortung der Frage: „Was versteht man unter einer 100maligen Vergrößerung?“ nicht schwer fallen. Man versteht also darunter eine durch das Mikroskop bewirkte 100malige Vergrößerung der in der Sehweite von 250 mm. (25 zm.) gedachten Länge des Objectes. Oder, was dasselbe sagen will: Das dem normalen Auge im Mikroskope in ebengedachter Sehweite erscheinende Bild zeigt sich sowohl in Länge als in Breite 100 mal größer, als die wahre Länge und Breite des betreffenden Gegenstandes.

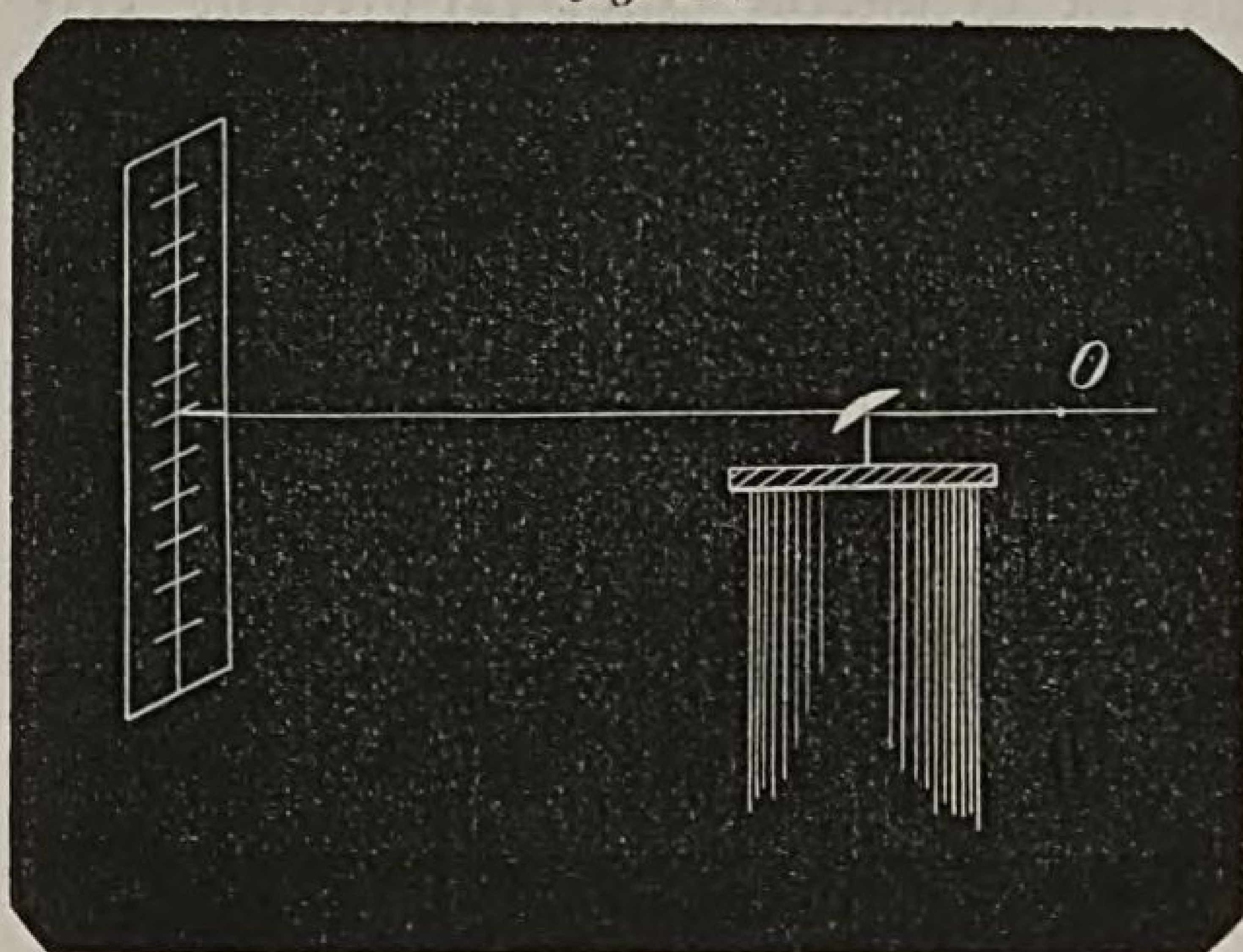
Bedient man sich bei der oben beschriebenen Bestimmung der Vergrößerungen eines Mikroskops zur Zeichnung des Bildes nicht des Doppeltsehens, sondern eines der gleichfalls geschilderten Apparate zum Nachzeichnen, so wird die Bestimmung der angewandten Sehweite, d. h. der Entfernung der Zeichnung vom Auge, schwieriger und weniger genau, weil dann die in Betracht kommenden Lichtstrahlen keiner einfachen senkrechten Linie folgen, sondern einer durch die angewandten Spiegel oder Prismen mehrmals gebrochenen; diese Art von Messungen kann nur mittelbar durch Reflexion und unter Lichtverlust bewerkstelligt werden.

Wer im Besitze eines Sömmering'schen Spiegels ist, dem wird indeß zum Schluß folgende, von Jaquin erfundene Methode nicht unwillkommen sein. Als Object wird ein Glasmikrometer angewendet, d. h. ein sehr feiner, bei welchem die einzelnen Theilstriche etwa um 1/100 Millimeter von einander abstehen; das Bild dieser Theilung wird nun aber nicht direct, sondern eben mittelst des über dem Ocular befindlichen Sömmering'schen Spiegels betrachtet, wie Fig. 28 andeutet, so daß man dasselbe auf einem in der Weite des deutlichen Sehens, parallel mit der Axe des Mikroskops aufgestellten Maßstabe entworfen erblickt. Bei gehöriger Regulirung sieht man das Bild des Mikrometers auf dem Maßstabe, und es ist dann leicht zu ermitteln, wie viele

Abtheilungen des Mikrometers einer bestimmten Zahl von Abtheilungen des Maßstabes entsprechen. Selbstverständlich ist, daß man statt des Sömmering'schen Spiegels auch eine camera lucida zu demselben Zwecke anwenden kann. Gehen beispielsweise 10 Theile des Mikrometers auf 1 zm. des Maßstabes, während dieser 1000 Theilen des Mikrometers gleich ist, so ist die Vergrößerung 1000 : 10 = 100 fach.

Außer den erwähnten Meßapparaten, von denen der eine oder der andere für jedes Mikroskop unentbehrlich ist, das nicht ausschließlich zum Vergnügen oder als Mittel der Unterhaltung, sondern als Mittel der Belehrung und Forschung, kurz: zu wirklichem, selbstständigen Arbeiten dienen soll, giebt es noch einige andere, die freilich seltener und nur für bestimmte wissenschaftliche Zwecke gebraucht werden. Deren Erörterung würde indeß die Grenzen dieser Schrift überschreiten. Wir begnügen uns daher einfach mit der Anführung der drei wesentlichsten, resp. mit Angabe der Quellen, welche eingehendere Belehrung darüber bieten.

Fig. 28.



Zu den in Rede stehenden wissenschaftlichen Hülfsapparaten gehört zunächst der Focimeter oder Dickenmesser, welcher dazu dient, um die Niveaudifferenz von Punkten (Höhen-Unterschied in deren Lage) zu bestimmen, welche sich in verschiedenen Ebenen im Gesichtsfelde des Mikroskops befinden. Er kann benutzt werden, um die Neigungswinkel zu bestimmen, in welchen verschiedene Flächen eines Krystalles zusammenstoßen, oder um die Dicke eines mikroskopischen Objectes, d. h. seinen senkrechten Durchmesser zu ermitteln. Ferner der Goniometer oder Winkelmesser. Dieser dient hauptsächlich dazu, die Winkel mikroskopischer Krystalle zu messen. Derselbe ist unentbehrlich für mikroskopische Untersuchungen von Flüssigkeiten, indem man dieselben langsam verdunsten läßt und aus den Winkelverhältnissen der dabei gebildeten Krystalle die chemische Zusammensetzung der Substanz erkennt, aus welcher sie bestehen.

Drittens die Polarisationsapparate. Diese werden mit dem Mikroskop verbunden, um mit ihrer Hülfe das Verhalten zu untersuchen, welches mikroskopische Gegenstände im sogenannten polarisirten Lichte zeigen. (Unter Polarisation des Lichtes versteht man das eigenthümliche Verhalten desselben, nachdem es durch eine glänzende Fläche abgelenkt oder in durchsichtige Körper schräg eingefallen ist.) Dabei treten häufig sehr hübsche Farben auf, deren Betrachtung nicht nur eine an-

genehme Unterhaltung gewährt, sondern selbst für manche Zwecke auch eine praktische Verwendung finden kann, wie z. B. zur Erfindung hübscher Farbenmuster für Tapeten &c., nicht zu gedenken der Lösung mancher wissenschaftlicher Fragen in Bezug auf die innere, sogenannte moleculäre (anziehende oder abstoßende) Beschaffenheit gewisser Substanzen, die Achsenverhältnisse von Krystallen, überhaupt in Bezug auf Krystallisationen, beispielsweise von Zucker, harnsaurem Natron, bernsteinsaurem Ammoniak &c., die man sehr einfach dadurch erhält, daß man ein paar Tropfen von einer wässerigen, möglichst klaren Lösung auf einem Objectträger verdunsten läßt. Mittelst eines solchen, zweckdienlich vervollständigten Polarisationsapparates kann man auch den Procentgehalt von Zucker in Lösungen, von Traubenzucker in diabetischem Urin, von Eiweis in Lösungen und dergl. bestimmen. Ein solcher Polarisations-Apparat besteht gewöhnlich aus 2 sogenannten Nicolschen Prismen, — von denen jedes aus 2 Stücken eines eigenthümlich geschnittenen Kalkspathkrystalles zusammengesetzt ist, — welche in eine Messingröhre gefaßt werden. Das eine Prisma, der sogenannte Polarisator, kommt zwischen Beleuchtungsspiegel und Object zu stehen; das zweite (Analysator) erhält seine Stelle entweder zwischen Objectiv und Ocular, oder, was im Ganzen zweckmäßiger ist, über dem Ocular, indem es mit seiner Röhre auf letzteres so aufgesteckt wird, daß es sich um seine vertikale (senkrechte) Axe drehen läßt. Diejenigen Leser, welche sich für dieses höchst interessante, aber nicht ganz leichte Thema specieller interessiren, und sich eingehender von demselben unterrichten wollen, verweisen wir auf den 2. Theil der rühmlichst bekannten, höchst verdienstvollen, aber streng wissenschaftlichen Schrift von Nägeli u. Schwendner. (Das Mikroskop &c., Leipzig, Engelmann 1867.)

VII.

Rathschläge über die Wahl eines Mikroskopes und die Prüfung seiner Güte und Brauchbarkeit nebst Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes und zur Herstellung von Präparaten.

Nachdem wir nun im Vorhergehenden die verschiedenen Arten von Mikroskopen und Nebenapparaten kennen gelernt haben, soll der freundliche Leser damit bekannt gemacht werden, wie er sich bei der Auswahl seines Mikroskopes zu verhalten hat, um ein gutes und brauchbares Instrument zu erhalten.

Es ist nämlich ein sehr verbreiteter Irrthum, daß man die Güte eines Mikroskops ausschließlich von seiner Vergrößerung abhängig macht. Dieser Irrthum, der sich bei Unkundigen, sobald von einem Mikroskop die Rede ist, sofort in der Frage documentirt: „Wie stark ist die Vergrößerung des Instrumentes?" entspringt aus einer unvollständigen und selbst unrichtigen Vorstellung von der eigentlichen Bestimmung dieses Instrumentes. Bei der Wahl zwischen zwei Mikroskopen hat man also nicht darnach zu fragen, welches von beiden am stärksten vergrößert, sondern vielmehr darnach, welches der beiden Instrumente bei der schwächsten Vergrößerung die nämlichen Objecte gleich gut oder an dem einen oder dem anderen Objecte die meisten und am schwierigsten wahrnehmbaren Einzelheiten erkennen läßt. Daß der Grad der Vergrößerung nur eine untergeordnete Bedeutung hat, erhellt augenscheinlich, wenn man ältere Mikroskope mit denen aus der neueren Zeit vergleicht. Unter den ersteren findet man solche, die 600—700fache und noch stärkere Vergrößerungen bieten. Untersucht man aber die nämlichen Objecte behufs Vergleichung durch sie und durch unsere neueren Mikroskope, so zeigt es sich, daß das eigentliche optische Vermögen der älteren Instrumente bereits bei einer 80—100maligen Vergrößerung von den neueren erreicht, wenn nicht gar übertroffen wird. Fragen wir nach dem Grunde dieser größeren Vorzüglichkeit, so lassen sich zwei Momente dafür auffinden, die zwar nicht unabhängig von einander sind, von denen aber jedes für sich einen bestimmten Einfluß ausübt, nämlich 1) die Verbesserung der Aberrationen und 2) die größere Oeffnung, welche den Objectiven in Folge dessen verschafft werden kann. Jene Seite des optischen Vermögens eines Instrumentes, bei welcher die Verbesserung der beiden Aberrationen (sphärische und chromatische) in Betracht kommt, pflegt man mit dem Namen „Begrenzungsvermögen" oder „definirende (begrenzende) Kraft" zu belegen. Nach Harting könnte man auch ebenso gut von einem Vermögen der Sichtbarmachung reden, denn es werden im Allgemeinen um so kleinere Objecte noch wahrgenommen werden können, je schärfer deren begrenzende Umrisse sind. Von diesem muß ein anderes Vermögen wohl unterschieden werden, welches mit der Größe des Oeffnungswinkels des Objectivsystems gleichen Schritt hält und welches man in der Regel als „Durchdringungsvermögen" oder „penetrirende Kraft" bezeichnet, eine Bezeichnung, die Harting durch „Unterscheidungsvermögen" ersetzt haben möchte. Abweichend über diesen Punkt ist die Darstellung bei Nägeli und Schwendner insofern, als nach ihrer Auffassung das Durchdringungsvermögen oder das Unterscheidungsvermögen durchaus unabhängig sei vom Oeffnungswinkel des Objectivsystems, und Objectivsysteme mit größerem Oeffnungswinkel sollen nur deshalb für gewöhnlich ein größeres Unterscheidungsvermögen besitzen als andere mit kleinerem Oeffnungswinkel, weil in ihnen der peripherische Theil (Theil des Umfangs) in stärkerem Maße von Aberration befreit ist, als der

centrale (mittelpunktliche). Laut dieser Theorie gelten Begrenzungs- und Unterscheidungsvermögen, der gewöhnlichen Annahme auch der meisten neueren Mikroskopiker entgegen, nicht als Gegensätze, sondern dieselben sollen eigentlich zusammenfallen. Wenn die Sache sich wirklich so verhielte, so könnte die praktische Optik nur dabei gewinnen, denn dann würden sicherlich Objective mit 12—15° Oeffnung herzustellen sein, die bei passender Beleuchtung ebensoviel leisteten, als gegenwärtig Objective mit einem Oeffnungswinkel von 80—120°. — Die definirende Kraft, welche sich in Erzielung scharfer und bestimmter Umrisse zeigt, prüft man gewöhnlich durch die Haare der Hausmaus, auf denen man die weißen Stellen scharf begrenzt sehen muß, oder durch die Haare der Fledermaus, welche in deutliche Trichterchen zerlegt werden. Für die Prüfung der penetrirenden Kraft (welche das Detail vollkommen erkennen läßt) dienen verschiedene Arten von Schuppen auf Schmetterlingsflügeln, sowie die Schalen von Panzerthierchen (Diatomeen).

Die Hauptsache aber, auf die man bei der Wahl eines Mikroskops vor Allem zu sehen hat, das erste Haupterforderniß eines guten Instrumentes, ist Helligkeit, Schärfe und Klarheit des Bildes, dann möglichst vollkommener Achromatismus (Farblosigkeit) desselben; Erscheinungen, die hauptsächlich von der Güte der Linsen, vorzüglich der Objectivlinsen abhängig sind. Der in mikroskopischen Untersuchungen Geübte sieht gewöhnlich auf den ersten Blick, wie ein Instrument in dieser Hinsicht beschaffen ist; um indessen ganz genaue Resultate zu erhalten, ist es practisch, das zu prüfende Mikroskop mit einem anderen von bekannter Güte zu vergleichen, indem man beide an einem Ort aufstellt und dann durch beide denselben Gegenstand bei gleicher Vergrößerung und gleicher Beleuchtung betrachtet; namentlich empfiehlt sich dies Verfahren, wenn man das Mikroskop bei einem weniger bekannten Optiker entnimmt. Also nicht Quantität, sondern Qualität der Vergrößerung, welche auch die kleinsten Einzelnheiten zu erkennen gestattet. —

Es giebt nun, wie schon erwähnt, verschiedene Mittel, die letztere Eigenschaft zu prüfen und dadurch den optischen Werth verschiedener Mikroskope zu bestimmen. Gewöhnlich verwendet man dazu sogenannte Probeobjecte. Zu Probeobjecten eignen sich vorzüglich sehr zarte und feine Gegenstände, deren Theile und Structur (Gefüge) nur durch sehr gute Instrumente vollkommen deutlich erscheinen. Man gebraucht dazu sehr zarte Krystalle, Schuppen von Schmetterlingsflügeln, feine Abschnitte von Pflanzentheilen, namentlich von Holzarten (Kiefer, Tanne, Ahorn), Spermatozoën, Kieselschalen kleiner Diatomeen u. dergl.

Gegenwärtig wendet man zur Prüfung der Güte mittlerer Mikroskope gewöhnlich die staubartigen Schuppen von Schmetterlingsflügeln, besonders die Schuppen der Flügel des Weibchens von Hipparchia Janira (eines unter dem deutschen Namen „gelbes Sandauge" oder „Riedgrasfalter" bekannten, auf Wiesen ziemlich häufigen Tagschmetterlings von rothgelber Farbe), sowie die Kieselpanzer der Diatomeen Pleu-

rosigma attenuatum und angulatum an, welche noch feinere Probeobjecte bilden. Die gelben Schuppen von Hipparchia Janira zeigen leicht Längsstreifen bei 100—200maliger Vergrößerung; dagegen erscheinen in vorzüglichen Mikroskopen auch Querstreifen, die nur $^1/_{1200}$ mm. Abstand haben. (S. Fig. 29; *a* 400, *b* 700mal vergrößert.)

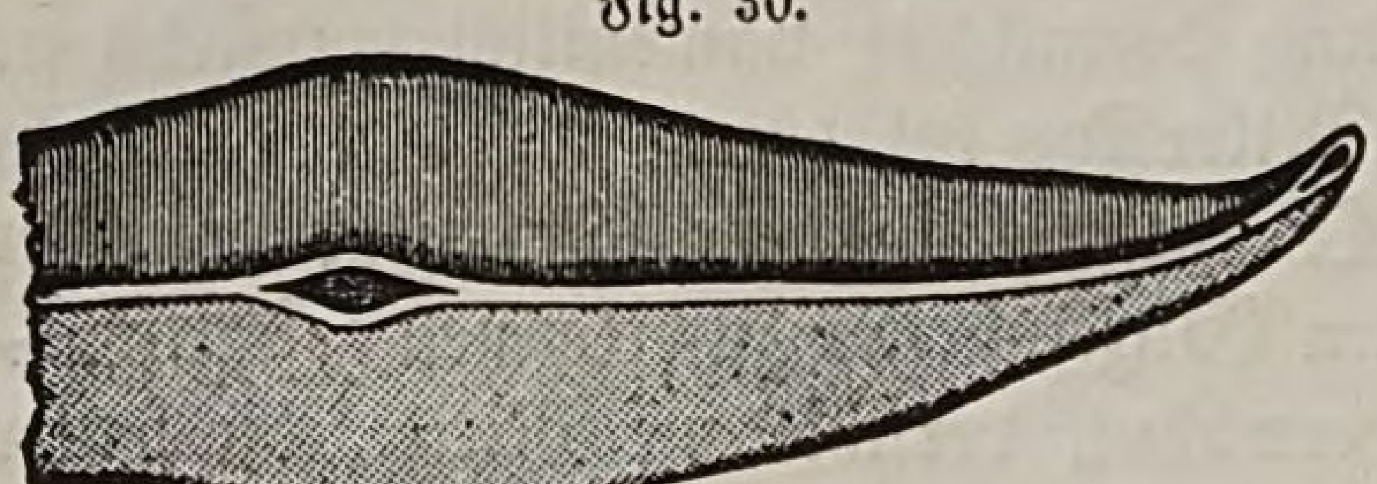
a Fig. 29. *b*





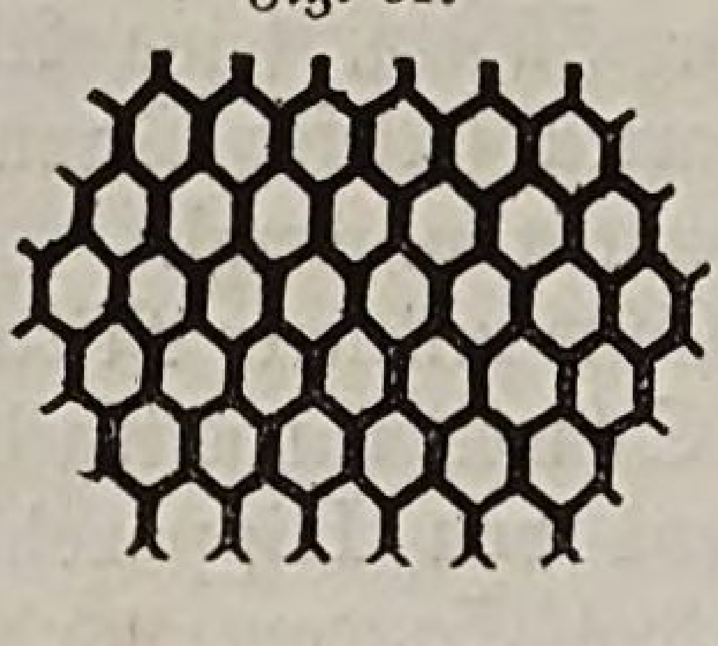
Die ebengenannten Kieselpanzer sind mit sich kreuzenden Linien versehen. Die Gestalt der Kieselschalen oder Panzer von Pleurosigma attenuatum ist einer Spindel mit schwach Sförmiger Krümmung ähnlich. Sie zeigen in ihrer Mitte eine vorspringende Längsrippe mit einem kleinen Knöpfchen im Centrum. Bei mäßiger Vergrößerung sieht man an ihnen nur Längsstreifen, welche den Rändern einigermaßen parallel laufen. Bei stärkeren Vergrößerungen überzeugt man sich, daß diese Längsstreifung von Längsrippen abhängt, welche der mittleren gleichen, aber schwächer entwickelt sind, als diese, und zugleich treten Querstreifen hervor, welche die Längsstreifen unter rechten Winkeln schneiden. Pleurosigma angulatum gleicht einigermaßen dem vorigen, ist aber mehr rautenförmig und liefert bei 3 bis 400 maliger Vergrößerung zu beiden Seiten der Längsleiste verschiedene Liniensysteme, parallele und gekreuzte (s. Fig. 30).

Fig. 30.



Bei Anwendung einer noch stärkeren Vergrößerung, etwa einer 500—600 maligen, treten die verschiedenen Liniensysteme (Fig. 30.) scharf hervor und verwandeln sich bei schiefer Beleuchtung in helle Punkte, die man mit Hülfe der besten Objective und der günstigsten Ocularvergrößerungen nach den neusten Forschungen von Nägeli und Schwendner als nicht ganz regelmäßige Sechsecke (s. Fig. 31.) erkennt, deren längste Seiten mit der Mittellinie parallel laufen. Auf diese höchste Genauigkeit kann es indeß für gewöhnliche Zwecke nicht ankommen, da genügt es vollkommen, daß man die Querstreifen des Objectes als scharf gesonderte Parallellinien unterscheidet. Für die stärksten Systeme verwendet man meist Kieselpanzer von Diatomeen mit noch viel zarteren Zeichnungen (Grammatophora subtilissima, Surirella gemma ꝛc.). Allein sowohl diese, wie auch ähnliche Probeobjecte

Fig. 31.



geben noch keinen absoluten Maßstab für die Güte der optischen Theile eines Mikroskopes. Einmal wendete man gegen sie ein, daß sie selbst unter einander nicht ganz gleich seien, ja, daß selbst die verschiedenen Schuppen desselben Flügels nicht völlig gleiche Größe und Beschaffenheit hätten. Außerdem haben auf ihre mehr oder weniger deutliche Darstellung gewisse Nebendinge, wie namentlich Anwendung von schräger Beleuchtung, der Gebrauch eines drehbaren Objecttisches ꝛc., großen Einfluß. Um diesem Uebelstande zu entgehen, wendete Nobert (Barth in Pommern) sehr fein getheilte Glasmikrometer als Probeobjecte an. Diese sind in der That ein ganz vorzügliches, wenngleich nicht billiges Mittel zur Prüfung der Güte eines Mikroskops und verdienen auch schon aus dem Grunde den Vorzug, weil sie gewissermaßen einen absoluten Maßstab für die vergrößernde Kraft eines Instrumentes bilden. Auf dieser Nobertschen Platte sind 10 Gruppen von sehr feinen parallelen Linien befindlich, deren Abstände 1000, 857, 795, 630, 540, 463, 397, 340, 252, 225 Millionstel einer Pariser Linie betragen. (Bei der ersten Gruppe beträgt also die Entfernung je zweier Linien $1/_{1000}$, bei der letzten annähernd $1/_{4000}$ Pariser Linie.) Die erste Gruppe wird durch gute Mikroskope schon bei 50facher Vergrößerung deutlich in einzelne Linien zerlegt. Je mehr nun die Leistung des Mikroskopes zunimmt, d. h. je mehr solche Gruppen deutlich durch dasselbe in Linien zerlegt werden, desto größer ist die penetrirende Kraft des Instrumentes. Doch muß das Licht dabei schief auffallen, damit die Striche sichtbar werden. Die sechste und siebente Gruppe ist noch bei einer 300maligen Vergrößerung getrennt zu erkennen. Mit wachsender Vergrößerung nimmt indeß die Lichtstärke und Schärfe der mikroskopischen Bilder ab; über eine gewisse Grenze hinaus wird also eine gesteigerte Vergrößerung keinen Vortheil mehr bringen, sondern sogar noch weniger Detail erkennen lassen, als eine schwächere Vergrößerung. Die besten Mikroskope gewinnen nach den von Hugo v. Mohl angestellten Vergleichungen (Mikrographie, Tübingen 1846) nicht mehr an penetrirender Kraft, wenn ihre Vergrößerung weit über das 300fache gesteigert wird; darnach liegt die Grenze vortheilhafter Vergrößerungen ungefähr zwischen einer 300—400fachen Vergrößerung. Für billigere Mikroskope, welche zu verschiedenartigen Untersuchungen gebraucht werden sollen, ist es wünschenswerth, daß sie Vergrößerungen von etwa 30, 60, 100, 200, 300 und 400 mal im Durchmesser gewähren. Für manche speciellen Zwecke, wie z. B. für Untersuchung von Schweinefleisch auf Trichinen, reichen schon sehr geringe Vergrößerungen aus, etwa 70—100fache. Bei vollkommneren Instrumenten zu streng wissenschaftlichen Zwecken müssen zu den genannten noch solche von 600—800 im Durchmesser hinzukommen, und die besten müssen überdies noch brauchbare Vergrößerungen von 1000, 1500, ja 2000 und darüber gestatten. —

Ist der Leser nun im Besitze eines brauchbaren Mikroskops, so

muß er sich nach einem Lehrmeister umsehen, der ihn zum richtigen Gebrauche dieses Instrumentes, selbst das „Sehen" mit inbegriffen, das erst durch Uebung erlernt und angeeignet werden kann, anleitet. Die practische Anweisung eines bereits in solchen Untersuchungen Geübten hilft freilich am Schnellsten über die ersten Schwierigkeiten hinweg. Für diejenigen aber, welche eines solchen Rathgebers entbehren und sich die nöthige Fertigkeit durch Selbststudium und eigne Bemühung erwerben müssen, bieten sich die nächstfolgenden Zeilen als Berather an.

Die erste Schwierigkeit pflegt ganz Ungeübten die richtige Stellung des Mikroskops und die Anordnung, resp. Regulirung der Beleuchtung zu machen. Daher beginnen wir mit äußerlichen Regeln in Beziehung auf die Placirung des Mikroskopes, Wahl des Lichtes u. s. w. Das Ideal für mikroskopische Untersuchungen ist ein Zimmer, welches eine freie Aussicht auf den östlichen Theil des Himmels gestattet; kann man über ein solches nicht verfügen, so begnüge man sich mit einem nach Norden gelegenen, welches immer noch besser dazu geeignet ist, als die südlich und westlich gelegenen. Die Annehmlichkeit und in vielen Fällen auch die Sicherheit der Beobachtung hängt bedeutend vom Zustande des Himmels ab. Eine weiße, der Sonne gerade entgegenstehende Wolke ist der Punkt, von welchem das stärkste Licht geliefert wird, wogegen von einer dunklen Wolke oder von dem blauen Himmel das schwächste Licht erfolgt; höchst unangenehm, oft geradezu störend wirkt ein ungleich gefärbter Himmel, namentlich ein blauer, auf welchem viele weiße, hell beleuchtete Wolken schnell vorüberziehen. Ein gleichmäßig mit hellgrauen Wölkchen, sogenannten Lämmerwolken (Schäfchen), überzogener Himmel eignet sich dagegen ebenfalls sehr gut zu mikroskopischen Untersuchungen. Bei den ersten Versuchen beobachte man genau folgendes Verfahren: Man stelle das Mikroskop, womöglich unter den erwähnten Bedingungen, auf einen etwa 4′ vom Fenster entfernten festen Tisch und nehme das Rohr des Mikroskops aus seiner Hülse heraus. Darauf sehe man, das Gesicht dem Fenster zugekehrt, durch die Hülse gerade nach unten, so daß man durch die Oeffnung im Objecttisch den Spiegel erblickt, und drehe das Stativ nach rechts oder links und den Spiegel um seine horizontale Axe so lange, bis man in letzterem das Bild des Fensters mit dem relativ gefärbten Himmel erblickt. In dieser Stellung muß Stativ und Spiegel während der nachfolgenden Untersuchung unverrückt stehen bleiben. Darauf bringe man den zu untersuchenden Gegenstand, wozu sich für Anfänger am besten ein fertiges Präparat eignet, unter die Klemmen des Objecttisches in der Weise, daß der Gegenstand selbst über die Oeffnung des letzteren zu stehen kommt und sich somit später entweder ganz oder doch zum Theil unter dem Objectiv befindet. Alsdann schiebe man das vorher herausgenommene Rohr vorsichtig in die Hülse. Ist dies geschehen, so ist die nächste Aufgabe die, das Object einzustellen, d. h. das Rohr des Mikroskops in diejenige Entfernung vom Gegenstande zu bringen, bei

welcher im Mikroskop ein deutliches Bild desselben erscheint. Die sogenannte grobe Einstellung, welche für eine 100malige Vergrößerung ausreicht, wird bei den meisten Instrumenten dadurch bewirkt, daß man das Rohr mit der Hand durch eine sanfte, schraubenartige Windung in seiner Hülse so lange auf- und abwärts dreht, bis das Bild des Gegenstandes im Gesichtsfelde erscheint. Anfängern ist außerdem zu rathen, das Rohr zuerst möglichst tief zu stellen und dann dasselbe, während sie durch das Ocular sehen, langsam aufwärts zu drehen, bis das Bild erscheint, weil bei unvorsichtigem Abwärtsdrehen das Objectiv leicht mit solcher Gewalt auf den Gegenstand aufstoßen kann, daß Deckgläschen, Präparat oder selbst das Objectiv Schaden leiden.

Bei stärkeren Vergrößerungen, als 100 im Durchmesser, dient die feine Einstellung, welche gewöhnlich durch eine, die obere Platte des des Objecttisches hebende oder die Hülse des Rohres auf- und abwärts bewegende Schraube bewirkt wird, dazu, daß das Bild seine möglichste Klarheit erreicht; sie bringt, so zu sagen, die letzte Schärfe heraus. Bei stärkeren Vergrößerungen muß das Objectiv dem Gegenstand genähert, bei schwächeren von demselben entfernt werden. In engen Straßen, die keine Aussicht auf den Himmel gewähren, muß man sich mit dem Lichte begnügen, welches die Wand eines gegenüberliegenden Hauses ausstrahlt und das Mikroskop so richten, daß die hellste Stelle der Wand im Spiegel sichtbar wird. Zu Beobachtungen, welche man des Abends anstellt, bedient man sich am besten einer hellen Lampe. In diesem Falle giebt man dem Stativ und Spiegel eine solche Stellung, daß die Glocke derselben im Spiegel erscheint. Da es aber nicht für alle Beobachtungen vortheilhaft ist, eine möglichst helle Beleuchtung anzuwenden, so nimmt man in solchen Fällen, namentlich bei Beobachtung sehr zarter Gegenstände, die unter „Nebenapparaten" erwähnten Blendungen zur Milderung des Lichtes zu Hülfe. Um bei Anwendung der schrägen Beleuchtung die möglichste Helligkeit zu erhalten, sieht man entweder durch das Rohr und dreht den Spiegel so lange seitlich nach oben, bis der Gegenstand hinreichend beleuchtet erscheint, oder man schiebt das Rohr in die Höhe, fixirt den Gegenstand mit bloßen Augen von der Seite, während man den Spiegel so lange seitlich nach oben dreht, bis der von ihm ausgehende Lichtkegel den Gegenstand gerade trifft, und stellt dann erst ein.

Wegen der Schwierigkeit der Beleuchtung lassen sich zur Untersuchung undurchsichtiger Gegenstände nur schwächere Vergrößerungen anwenden, welche überhaupt den Vortheil gewähren, daß sie ein größeres Gesichtsfeld gestatten, als stärkere, bei denen man in der Regel auf einmal nur einen Theil des zu untersuchenden Objectes beobachten kann, und deshalb genöthigt ist, durch Hin- und Herbewegen allmählich alle Theile desselben in das Gesichtsfeld zu führen. Es ist practisch, sich beim Durchmustern der Präparate von Anfang an zu gewöhnen, dieselben immer in einer bestimmten Richtung weiter zu schieben und sich

dabei nur des Daumens und Zeigefingers der linken Hand zu bedienen, so daß die rechte Hand gleichzeitig die feine Einstellung reguliren kann; dadurch gewöhnt man sich zugleich daran, das Object nach rechts zu rücken, wenn man einen weiter nach links gelegenen Theil sehen will und umgekehrt; nach vorne zu rücken, wenn man einen weiter nach hinten gelegenen Theil beobachten will und umgekehrt, weil bekanntlich alle Bilder im zusammengesetzten Mikroskope, falls man nicht ein aufrichtendes Ocular anwendet, verkehrt erscheinen. Hat man auf diese Weise gelernt, einen Gegenstand unter dem Mikroskope gehörig einzustellen und seine Beleuchtung zweckmäßig zu reguliren, kurz, sich die nöthigen technischen Handgriffe und Fertigkeiten zu erwerben, so darf man es getrost wagen, auf eigene Hand mit selbstgewählten Objecten (Präparaten) zu operiren, ohne sich durch die thatsächliche Schwierigkeit, kunstgerechte Präparate herzustellen, abschrecken zu lassen.

In Bezug auf die Schwierigkeit der Herstellung mikroskopischer Präparate sei dem Leser vorläufig zum Troste gesagt, daß diejenigen Sachen, deren Präparation besonders schwierig ist, theilweise in ein Gebiet gehören, welches dem Laien im Allgemeinen ferner steht: nämlich in die Anatomie (Zergliederung) der Thiere und Pflanzen. Wirft der Leser trotzdem die Frage auf: „Woher sind denn aber geeignete Objecte zu entnehmen?" so rufen wir ihm zu: „Greif' nur hinein in's volle Leben; wo du es packst, da ist's interessant!"

In der That liefert uns im kühnsten Sinne des Wortes die ganze weite Natur Untersuchungsobjecte und zwar in überschwenglicher Fülle, wenn der geehrte Leser nur den Gesichtspunkt festhält, daß das Mikroskop uns die Welt des Kleinen, d. h. die Natur der kleinsten, dem bloßen Auge oft unerkennbaren Geschöpfe und Körpertheilchen offenbaren soll!

Mit einem Worte: die ganze Welt des Kleinen wimmelt von Objecten, welche man, wie sie eben sind, auf das Mikroskop bringen kann. Beginnen wir also mit der Untersuchung solcher Gegenstände, organischer und unorganischer Natur, bei denen uns unser Gesichtssinn im Stiche läßt und machen wir es uns zum Gesetz, nur verschwindend kleine Theilchen davon unter das Mikroskop zu bringen, denn hier ist das in der Homöopathie noch angezweifelte Verhältniß: „je kleiner die Dosis, desto überraschender die Wirkung!" ein unbestrittenes.

Ein Tropfen Wasser aus einem Blumenglase oder aus einem mit Wasserlinsen (Entengrütze) bestandenen Teiche, oder auch ein Tropfen, den man mittelst eines Holzspänchens von einer beliebigen Wasserpflanze abstreift, wird, zwischen Deckgläschen unter das Mikroskop gebracht, unser Staunen in nicht geringerem Grade erregen, als Körnchen gewöhnlichen Staubes, wie er sich auf lange nicht gebrauchten Büchern, auf Schränken, Oefen oder in Winkeln immer vorzufinden pflegt. In ersterem bewundern wir die Unzahl von Infusionsthierchen, mit den

verschiedensten, selbst zierlichsten Formen begabt, welche sich mit Lebhaftigkeit vorwärts bewegen, plötzlich umkehren oder sich im Kreise drehen; in letzterem entdecken wir außer vielen unbestimmbaren kleinen Atomen Stückchen von Leinen-, Baumwollen- und Wollen-Fasern, von Federn, Menschen- und Thierhaaren, Holz und dergl. (Infusionsthierchen kann man sich auch verschaffen, indem man Blätter oder Gras mit Wasser übergießt und bei warmem Wetter etwa eine bis zwei Wochen stehen läßt!)

Wenn es auch nicht wahr ist, daß in jedem Wassertropfen, den wir trinken, so und soviel Tausend Thiere leben, so gilt dies doch sehr ernstlich von trübem oder auch nur gestandenem Quell- und Flußwasser. Interessante selbstständige Bewegungen zeigen auch die Essigälchen oder andere kleine Nematoden, die sich fast überall in feuchter Erde, zwischen feuchtem Moose und dergl. finden. Sie Alle zeigen lebhafte, schlängelnde Bewegungen. Dasselbe Schauspiel gewähren aus ihrer Kapsel befreite Trichinen, wenn man sie vorsichtig erwärmt. Ein reiches Contingent für mikroskopische Beobachtungen stellt ferner das ganze Heer der Insecten. Milben: Bücher-, Krätz-, Käsemilben und andere Arten, die fast überall in faulenden Stoffen zwischen Schimmel leben, (regelmäßig auch in älteren, biergetränkten Filzplatten, welche den Biergläsern in Restaurationen zur Unterlage dienen) bieten nicht blos die fortschreitenden Bewegungen ihres ganzen Körpers, sondern auch Bewegungen ihrer Kiefern dar. An sie reihen sich die verschiedenen Arten der so häufigen Räderthiere an. Höchst interessant sind ferner die ruckweisen, dem Losschnellen einer gespannten Spiralfeder gleichenden Bewegungen der Vorticellen (Glockenthierchen), die sich gleichfalls häufig an Wasserpflanzen finden. An den Füßen von Fliegen oder Spinnen lassen sich leicht die Glieder unterscheiden, aus denen sie bestehen; in ersteren, sowie im Rüssel der Fliege kann man sogar den Blutumlauf beobachten. An einem Spinnenfuß dagegen sieht man alle Werkzeuge, mit welchen die Spinne ihren Faden anknüpft, glättet und bürstet: zierliche Kämme oder Haspel, Griffel und Haken. Auch kann man sich von der merkwürdigen Einrichtung überzeugen, daß eine Spinne an jedem der acht Füße ihre Webewerkzeuge in anderer Form und Stellung hat, ja, daß bei jeder Spinnenart das Arbeitsgeräth wieder in ganz veränderter Weise zu fast gleichen Zwecken sich findet. Die Flügeldecken von Libellen (Wasserjungfern), Eintagsfliegen 2c. stellen gleichfalls unter dem Mikroskop schöne von Blutgefäßen und Adern durchzogene Netze dar. Nicht minder interessant sind die unter den Flügeldecken kleiner Käfer liegenden netzförmigen Flügel. Ein Stückchen genügt, um unserm Auge den kunstvollen Bau dieses zarten Schleiers zu entfalten; derselbe besteht aus unendlich kleinen Röhren oder Adern, durch welche Blut und Luft strömen, um dem Flügel Kraft und Spannung zu geben; unzählige Pünktchen und Sternchen sind in den Schleier verwebt und stellen sich als die feinsten Härchen heraus. Die Fühlhörner vom Maikäfer zeigen

sehr deutlich die aus einzelnen Blättern bestehenden Kolben, in die sie endigen; die der Mücke erscheinen fadenförmig und bestehen aus etwa vierzehn Gliedern. Höchst interessant erscheinen unter dem Mikroskop auch die Werkzeuge im Munde einer Biene. Wir erblicken hier die behaarten, kurzen und gezähnten Oberkiefer, mit welchen das fleißige Thierchen nicht nur die Staubbeutel der Blumen aufbeißt, sondern auch den Wachs bereitet und die Zellen herstellt. Dieselben Organe besitzen auch die geringeren Gattungsgenossen der Bienen, die Hummeln, Wespen ꝛc. Sie bedürfen dieser Werkzeuge, um sie wie kleine Hobel beim Abnagen des weichen Holzsplintes zu gebrauchen und die künstlichen, papierähnlichen Wohnungen für sich und ihre Nachkommen herzustellen. Befindet man sich im Freien, so greife man den ersten besten Schmetterling auf und staune über die zarten Schuppeu, in welche sich der auf den Flügeln befindliche Staub unter dem Mikroskop zerlegt; sie erscheinen regelmäßig dachziegelartig geordnet. Betrachtet man ferner die Schuppe eines Seefisches, so glaubt man eine Schnur von Cordellen an Generals-Epauletten vor sich zu haben. Kein Posamentier kann die Silberröhrchen regelrechter und feiner aus Silberfädchen winden, als wir sie hier zu sehen glauben. Die andere Hälfte der Schuppe geht in eine wunderschön gestaltete Krone aus. Ueberraschend ist endlich die Pracht, welche ein Stücklein vom Flügel des Juwelenkäfers entfaltet. Das scheinbar glatte Flügelstück funkelt mit den prunkhaftesten Farben der Erde, und bei genauerer Betrachtung nehmen wir wahr, daß jeder Punkt, von welchem in der Größe eines feinen Nadelstiches der Glanz ausstrahlt, aus etwa hundert verschieden gefärbten Schuppen besteht. Gleichen Farbenzauber würden wir erblicken, wenn wir eine Feder vom Kolibri unter das Mikroskop brächten, wobei uns zugleich der bis in unendliche Kleinheit kunstvoll fortgesetzte Bau des zarten Fädchens in Erstaunen setzen könnte. Also: jede Fliege, Mücke oder Biene, jedes Insect überhaupt, bietet Objecte dar, die sofort unter das Mikroskop gebracht werden können. Ein höchst interessantes liefert unter anderm auch dasjenige Insect, welches sich den Nachstellungen seiner Wirthe in der Regel durch die Flucht entzieht. Ebenso erregt jedes Pflanzenfäserchen unter dem Mikroskop unser Staunen. Alle Pflanzentheile sind nämlich aus Zellen zusammengesetzt, ähnlich wie ein Gebäude aus Bausteinen zusammengefügt ist. Diese Zellen, die Einheiten des pflanzlichen Organismus, besitzen selbst die verschiedenartigsten Gestalten; sie sind aber auch auf die mannigfachste Weise mit einander zu Geweben verbunden. An allen lebensthätigen, d. h. noch nicht abgestorbenen Zellen unterscheidet man drei Theile: 1) die eigentliche Zellenmembran, d. i. das feste äußere stickstofffreie Häutchen, welches die Zelle äußerlich umschließt; 2) den Priomordialschlauch, d. i. das weiche, stickstoffhaltige Häutchen, welches die Innenwandung der Zelle bildet, und 3) die von der Zelle eingeschlossenen, theils flüssigen, theils festen Bestandtheile, den Zelleninhalt, von Oken Urschleim genannt. Eigenthümlich ist die

Art, wie die Pflanzenzelle ihre Nahrung aufnimmt. Die äußere Wandung, die gleichsam die Schutzhülle für die inneren Theile bildet, hat nämlich nicht die geringste Oeffnung, (auch das schärfste Mikroskop weist uns keine nach) und dennoch hat diese Hülle die Fähigkeit, Flüssigkeiten aufzunehmen und die in ihr eingeschlossene Flüssigkeit hindurchzulassen. Wäre z. B. die Zelle mit einer concentrirten Zuckerlösung gefüllt, so würde letztere, wäre sie mit Wasser umgeben, sich bald mit dem Wasser mischen und durch Aufnahme von Wasser verdünnter werden. Diese Fähigkeit der Zellenhaut, Flüssigkeiten und ebenso auch luftförmige Stoffe aufzunehmen und hindurchzulassen, nennt man Endosmose und Exosmose. Diese spielt selbstverständlich bei den Ernährungsvorgängen in der Pflanze eine Hauptrolle, denn durch sie erfolgt ja die Aufnahme der Gase und Dämpfe aus der Atmosphäre, die Aufnahme des Wassers und der durch dasselbe gelösten festen Stoffe aus dem Erdreich, in welchem die Pflanze wurzelt, sowie die Zuführung und Austauschung jener Stoffe von Zelle zu Zelle.

Eins der interessantesten und leicht zu beschaffenden Objecte liefern die sogenannten Wasserfäden (Conferva). Dieselben finden sich in solchem Wasser, welches längere Zeit in einem Glase gestanden hat und fast in allen stehenden Gewässern, als grüne Flocken, die aus einzelnen zarten Fäden bestehen. Einer davon, in einem Wassertropfen unter das Mikroskop gebracht, liefert den Beweis, daß der Faden aus Zellen besteht, die perlschnurartig an einander gereiht sind.

Die runde oder sechseckige Gestalt der Zellen beobachtet man am leichtesten am Mark des Hollunders, der Sonnenblume oder der Binsen, von denen man sich mit einem scharfen Rasirmesser durch einen Querschnitt ein recht dünnes Scheibchen verschafft und dasselbe trocken unter das Mikroskop bringt.

Ein sehr zartes Querscheibchen von dem Zweige einer Rose liefert ein überraschendes Bild von der Feinheit des Zellengewebes. Dasselbe hat auffallende Aehnlichkeit mit jenen feinen, netzförmigen Geweben, Filets, welche kunstthätige Damenhände zu verschiedenen Putzgegenständen gestalten.

Die verschiedene Form der Zellen liefert ferner ein untrügliches Unterscheidungsmittel von Flachs und Baumwolle. Flachs oder Hanf mit seinen langen Zellen sieht unter dem Mikroskop wie ein durchweg gleich starker, runder Faden aus, hie und da mit Knötchen versehen. Die dünnwandigen Zellen einer Baumwollenfaser erscheinen dagegen wie ein plattes, häufig spiralig gewundenes Band mit abgerundeten Rändern. Auf diese Weise läßt sich die Verfälschung eines angeblich rein leinenen Gewebes leicht ermitteln. Wer besagten Unterschied einmal beachtet hat, dem entschwindet er so leicht nicht wieder; ebenso prägnant sind die Unterschiede zwischen Wolle und Seide ꝛc. Andere Versuche möge man mit einem Rosen-, Eichen- oder Weinblatt anstellen. Dasselbe werde so zerrissen, daß die getrennten Stücke noch durch die

feinen weißen Fäserchen verbunden bleiben. Eins derselben schneide man mit einer Scheere ab und bringe es unter das Mikroskop. Alsdann wird man schraubenartige, spiralförmige Gefäße entdecken, Ablagerungen aus dem Pflanzensafte, die sich in den Zellen gebildet haben. Auch der feinste Blüthenstaub zerlegt sich unter dem Mikroskop in einzelne gröbere Körner.

Mit welcher Leichtigkeit kann man sich ferner durch das Mikroskop eine Vorstellung von der verschiedenen Form und Größe der in den Pflanzenzellen enthaltenen Stärkekügelchen verschaffen, und wie bequem sind diese Präparate sofort hergestellt! Man schabe nur z. B. mit dem Messer ein wenig von einer rohen Kartoffel ab und bringe noch weniger von dieser Substanz, mit einem Tropfen Wasser verdünnt, unter das Mikroskop, und man hat ein schnell hergestelltes, prachtvolles Object von Kartoffelstärke. Sie erscheint in der Gestalt eiförmiger Kügelchen, die aus vielen übereinander gelagerten Schalen bestehen, wohingegen Weizenstärke das Aussehen flachgedrückter, linsenförmiger Körper hat. Hat Jemand Verlangen, sich von der Beschaffenheit, resp. den Bestandtheilen des Blutes, dem Sitz organischen Lebens, eine Vorstellung zu verschaffen, so bringe er einen mit etwas Zuckerwasser verdünnten kleinen Tropfen Blut auf den Objectträger und bedecke ihn mit einem Deckgläschen. Man sieht dann in dem Blute länglich runde Kügelchen von gelbrother Farbe, deren Anzahl so beträchtlich ist, daß man sie ohne Verdünnung mit Zuckerwasser nicht würde unterscheiden können.

Es ist in Wahrheit, nicht zu viel gesagt, daß Jedermann im Stande ist, von dem ersten Augenblicke an, sich mit jedem Griffe das interessanteste Object für sein Mikroskop zu verschaffen, weil eben, unter dem Mikroskop gesehen, Alles in ganz neuem Lichte erscheint.

Mögen diese Andeutungen daher genügen, um die Lust zu tieferem Eindringen in die Werke der Schöpfung zu wecken und zu beleben. Es giebt eben kein schöneres Mittel dazu, als das Mikroskop, denn unter ihm wird das Kleinste das, was es eigentlich ist — es wird Großes und zwar für unsern denkenden Geist. Der Maßstab von Groß und Klein hat dann aufgehört, denn gerade die kleinsten Dinge erwecken in uns das Gefühl der Ehrfurcht und Bewunderung, und dieses tritt ja stets erst ein, wenn wir uns beugen müssen vor Erhabenheit und Größe.

Und somit glaubt Verfasser den Beweis geführt zu haben, daß das Mikroskop kein Apparat ist, der dem Laien innerhalb der angedeuteten Grenzen erst ein langwieriges Studium auferlegt, ehe er seine Anwendung wagen darf, sondern im Gegentheil ein Instrument ist, welches dem Beobachter nothgedrungen Staunen abnöthigt über die Fülle dessen, was man ohne oder mit sehr geringer Vorbereitung schauen kann; ein Instrument, welches jedem, dessen Sinn einigermaßen für die, die höchste Weisheit bekundenden Schönheiten und Anordnungen in der Natur empfänglich, einen „wahren Hochgenuß“ zu bereiten im

Stande ist, wie der im Dienste der Wissenschaft ergraute, um die mikroskopische Forschung hochverdiente Professor von Siebold aus München auf der letztjährigen Versammlung der Bienenzüchter in Salzburg mit Bezug auf die so lehrreiche, wie interessante Untersuchung der Speicheldrüsen der Bienen sich auszudrücken beliebte. —

Es erübrigt nur noch, über die Herstellung, resp. Beschaffung von Präparaten zu sprechen. In Bezug auf erstere muß nun der Verfasser eingestehen, daß das herrschende Urtheil über die Schwierigkeit der Herstellung vieler Präparate ein sehr richtiges ist, ja, er spricht sogar unverhohlen seine Ansicht dahin aus, daß viele Mikroskopiker von Fach selber nicht auf der Höhe der Geschicklichkeit stehen, kunstgerechte Präparate anzufertigen. Aber braucht denn auch jeder Alles zu können? Gleichen etwa alle Maler Raphael? Und giebt es deren nicht viele anerkannt tüchtige! Es ist dies eben auch nur ein Schreckbild, zum Theil hervorgerufen durch bändedicke Anweisungen zu Fertigkeiten, die nur durch jahrelange Uebung und selbst dann auch nur unter Voraussetzung der erforderlichen Geschicklichkeit erworben werden können. Wer beispielsweise die höchst interessante Textur der verschiedenen Holzarten studiren will, der kauft sich feine Holzschnitte um wenig Geld von Händlern oder Präparatoren, die sich mit deren Herstellung befassen; wer sich für Kieselschalen von Algen (Diatomeen) interessirt, (und wer sollte dies nicht!) der wird darum nicht die Welt abfragen, wo er diese oder jene Art im ursprünglichen Zustande bekommt, während er fertige Präparate mühelos für einige Groschen erstehen kann. Soviel über das Thema von der wirklichen Schwierigkeit in Bezug auf Anfertigung von guten Präparaten.

Trotzdem ist es nicht zu leugnen, daß es ein ganz besonderes Vergnügen gewährt, selbst gefertigte Präparate unter dem Mikroskop zu betrachten. Daher wollen wir für diejenigen der verehrten Leser, welche den erforderlichen Grad von Geschicklichkeit zur Herstellung brauchbarer Präparate zu besitzen glauben, in Kürze die Handgriffe und Werkzeuge angeben, welche für die am häufigsten vorkommenden Präparations-Methoden unerläßlich sind.

Außer einer Anzahl der schon häufig erwähnten Objectträger und Deckgläser (rechteckförmige Glasplatten) sind ferner scharfe Präparirmesser und Präparirnadeln unentbehrlich. Als erstere können gute englische Rasirmesser dienen, deren eine Fläche ganz eben geschliffen ist. Sie dienen besonders zum Zerschneiden weicher, nachgiebiger Gegenstände, als saftiger Pflanzentheile, Fasern von Leinen oder Baumwolle, Haaren ꝛc. Will man von diesen Substanzen feine Querschnitte erhalten, so vereinigt man mehrere in ein dünnes Bündel, das man durch Einschmelzen in Stearin oder durch einen Ueberzug von Gummi arabicum in ein festes Stäbchen verwandelt, von dem man dann leicht dünne Partien abschneiden kann. Auf diese Weise kann man sich auch Durchschnitte von thierischen Stacheln und Borsten, sowie von porösem

Schwamm verschaffen; ebenso auch von Fleisch und andern Weichtheilen, wenn man sie trocknet und die dann erhaltenen feinen Abschnitte in Wasser wieder aufquellen läßt. Beim Schneiden, welches am zweckmäßigsten auf einem Stück trockener Seife geschieht, muß die ebene Fläche des Messers der Oberfläche des Gegenstandes, von dem man etwas abschneiden will, zugekehrt sein. Nach mehreren Schnitten muß das Messer ein paar Mal über einen mit Schmirgel eingeriebenen Streichriemen gezogen werden, weil zur Erzielung feiner Durchschnitte ein haarscharfes Messer nöthig ist. Statt der Umhüllung mit Stearin oder Gummi kann man auch ein anderes Verfahren zur Herstellung von Durchschnitten anwenden, indem man nämlich einen Korkstöpsel der Länge nach durchschneidet und den Gegenstand zwischen dessen Hälften einpreßt. Der Bequemlichkeit wegen verbindet man die beiden Hälften desselben auf einer Seite auch wohl dadurch, daß man hier ein Stückchen Papier oder Leinwand um den Stöpsel klebt, so daß dieser sich wie eine zweispaltige Muschel aus einander klappen läßt. Will man feine Durchschnitte von härteren Gegenständen, wie Knochen, Elfenbein, Zähnen, Mineralien oder Versteinerungen, Steinkernen von Früchten und dergl. erhalten, so richtet man sich mit Säge und Feile passende Plättchen vor und schleift diese zwischen zwei feinen Schleifsteinen, wie sie zu feinen Schneidewerkzeugen üblich sind, so lange, bis sie die gewünschte Dünne erlangt haben.

Die Präparirnadeln müssen aus hartem Stahl gefertigt, nicht zu schwach, aber ganz fein zugespitzt, und, damit man sie bequemer handhaben kann, mit einem Heft oder mit Knöpfen von Siegellack versehen sein. Sie dienen zum Auffasern und Auseinanderziehen verworrener Gewebe, sowie zum Zerreißen und Ausbreiten von Fleischpräparaten auf dem Objectträger.

Sodann sind erforderlich eine feine Scheere (Stickscheere) und eine Pincette (Zängelchen).

Erstere dient dazu, weiche und dünne Gegenstände in hinreichend durchscheinende und kleine Theilchen zu zerlegen; die Pincette dient zum Anfassen und Halten kleiner Gegenstände, namentlich bei anatomischen Zergliederungen. Sind die zu zergliedernden Gegenstände sehr zart, so befestigt man sie zweckmäßig mit Stecknadeln auf einer Platte von schwarzem Wachse und nimmt die Zergliederung womöglich unter Wasser vor, in welchem die freigelegten Theile schwimmen und daher leichter erkennbar sind.

Scheere, Pincette und Nadeln genügen beispielsweise vollkommen als Werkzeuge, um aus trichinenhaltigem Schweinefleisch ein Präparat herzustellen. Die Scheere dient zum Abschneiden des benöthigten Stückchen Fleisches, namentlich aus der Gegend des Zwerchfelles der Augenmuskeln oder derjenigen Muskeln, die sich in der Nähe der Gelenke befinden, die Pincette zum Halten und zwei feine Nadeln zum Ausbreiten

auf dem Objectträger. Dazu kommt höchstens ein Tropfen Glycerin, um das Präparat durchsichtiger zu machen.

Wiederholt schon sind Zusatzflüssigkeiten erwähnt worden, aber ohne Begründung ihrer Anwendung, resp. Verwendungsweise. Für Anfänger empfiehlt es sich, um sich hierüber die nöthige Erfahrung zu verschaffen, dieselben Gegenstände nach einander in verschiedenen Medien zu untersuchen, z. B. Baumwollenfasern zuerst ohne Zusatz, einfach in Luft, dann in Wasser, Weingeist und Oel. Sie werden die Wahrnehmung machen, daß der Gegenstand, sobald er nicht von Luft umgeben und durchdrungen wird, sondern von einer der erwähnten Flüssigkeiten, durchsichtiger wird, gerade so wie dünnes Papier, das mit Wasser oder Oel befeuchtet ist. Das von ihm im Mikroskop entworfene Bild wird in Folge dessen heller und zugleich schärfer. Diese Erscheinung beruht auf dem Umstande, daß die Brechung und Ablenknng der das Object durchdringenden Lichtstrahlen bei ihrem Ein- und Austritte eine geringere wird. Da die verschiedenen Substanzen aber eine verschiedene lichtbrechende Kraft besitzen, so wird ein Gegenstand um so durchsichtiger, je näher der Brechungsexponent (die Zahl, welche das Verhältniß der Ablenkung angiebt) der angewandten Flüssigkeit mit seinem eigenen übereinkommt.

Reines Wasser hat einen geringerenBrechungsexponenten (1,336), als die meisten zu untersuchenden Gegenstände und wird als das bequemste Mittel sehr häufig angewandt. Wirkt es indeß auf frische, mit Flüssigkeit durchtränkte thierische oder pflanzliche Gebilde chemisch verändernd, so wendet man besser Zuckerwasser, Kochsalz oder Chlorcalciumlösung, oder auch Eiweißlösung an. Weingeist, von etwas höherem Brechungsexponenten (1,374), als Wasser, eignet sich sehr gut, um manche trockene Präparate vorübergehend durchsichtig zu machen, da er dieselben schnell durchdringt und rasch wieder verdunstet. Für die meisten frischen Thier- und Pflanzengewebe eignet er sich weniger, da er das gelöste Eiweiß derselben gerinnen macht. Auch reines Terpentinöl, das einen noch höhern Brechungsexponenten (1,476) besitzt, eignet sich gut zu ähnlichen vorübergehenden Aufhellungen; es löst jedoch fettige Theile in dem Grade auf, daß es dieselben zum Verschwinden bringt. Glycerin, im reinen Zustande stark lichtbrechend, bildet in mehr oder weniger mit Wasser verdünntem Zustande eine sehr gute Zusatzflüssigkeit für die meisten thierischen und pflanzlichen Gebilde. In reinem Zustande gebraucht, bewirkt dasselbe ein allmähliches Ineinanderfließen zweier Flüssigkeiten durch dünne pflanzliche und thierische Häute.

Manche sehr zarte und blasse, daher nur schwer sichtbare Gebilde lassen sich dadurch deutlicher machen, daß man sie färbt. Dies kann in manchen Fällen rasch dadurch geschehen, daß man als Zusatzflüssigkeit eine wässerige Lösung von Jod in Jodkalium oder Kochsalz anwendet. Sie färbt stickstoffhaltige Thier- und Pflanzengebilde rothbraun, die in frischen Pflanzengebilden so häufig vorkommenden Stärkekörner dagegen

blau. Ebenso macht eine verdünnte, wässerige Lösung von Chromsäure die meisten zarten thierischen Gebilde deutlicher, indem sie dieselben gelb färbt.

Um die Bewegungen kleiner Thiere, Infusorien ꝛc. in möglichst ungehindertem Zustande zu beobachten, kann man verschiedene Vorrichtungen treffen, je nach der Größe der Thierchen. Zur Beobachtung sehr kleiner, wie mancher Infusorien, Krätzmilben ꝛc., wobei man stärkere Vergrößerungen nöthig hat, legt man ein Stückchen eines feinen maschigen Gewebes (Tüll oder Spitzengrund) auf den Objectträger, bringt darauf die Thiere — je nach ihrer Natur mit oder ohne Wasser — in das Gehege und legt über das Ganze ein Deckgläschen. Die Maschen schützen die Thierchen einmal gegen den Druck des Deckgläschens, sodann bilden sie auch eine Schutzwehr, daß sich keins aus dem Gesichtsfelde entfernen kann. Um etwas größere Thiere, wie Blattläuse oder schon sichtbare Wasserthiere, zu beobachten, wobei natürlich nur schwächere Vergrößerungen anzuwenden sind, nimmt man Objectträger, die durch einen aufgekitteten Glasring eine Art Trog bilden, welcher erforderlichen Falls mit Wasser gefüllt und durch ein aufgelegtes Deckgläschen so abgeschlossen werden kann, daß dieses auf die Thiere keinen Druck ausübt. Solche Tröge auf Objectträgern kann man sich leicht selbst herstellen, wenn man den mittleren Theil eines gewöhnlichen Objectträgers mit einem Rande von geschmolzenem Wachs oder Paraffin umgiebt oder mit einem Rande von irgend einem Firniß, den man trocknen läßt. Wünscht man, daß ein sehr zarter oder weicher Gegenstand nicht gedrückt oder in seiner Form verändert werde, so wendet man entweder die eben beschriebenen Objectträger an, oder man bringt neben den Gegenstand ein paar schmale Papierstreifen, Leinen- oder Baumwollenfasern, welche je nach ihrer Dicke den Druck des Deckgläschens entweder ganz aufheben oder wenigstens vermindern.

Da bei technischen Untersuchungen auch häufig chemische Operationen vorkommen, so müssen auch die Hülfsmittel für diese hier Erwähnung finden. Die wichtigsten chemischen Reagentien (gegenwirkende Mittel) sind: ganz reiner Weingeist (Alkohol), Aetzkalilösung, Jodlösung, verdünnte englische Schwefelsäure (3 Theile Schwefelsäure und 1 Theil Wasser), Chlorzink-Jodlösung, Salpetersäure, Auflösung von salzsaurem Kalk, Oelsüß (Glycerin), Kopallack, Kanadabalsam und Zuckerlösung. Die Auflösung von salzsaurem Kalk, das Oelsüß, der Kopallack und Kanadabalsam dienen zum Aufbewahren mikroskopischer Präparate. Die übrigen Reagentien kommen vorzüglich bei Untersuchungen der chemischen Beschaffenheit pflanzlicher oder thierischer Gewebe in Anwendung. Trockene Präparate, z. B. Schnittchen von Hölzern, Splitter von Steinen, Knochen, Zähnen, Kieselpanzer von Diatomeen, Schmetterlingsschuppen ꝛc. brauchen nur gegen Staub geschützt zu werden. Man legt sie zu diesem Zwecke zwischen 2 kleine, etwa 1 mm. dicke Glasplättchen und verklebt deren Ränder mit Papier oder verkittet die Platten mit Siegellack, welcher in Weingeist aufgelöst ist. Präparate dagegen,

welche nur in frischem Zustande und in einer durchsichtigen Flüssigkeit der mikroskopischen Beobachtung unterworfen werden können (z. B. alle frischen, grünen Pflanzentheile, weiche thierische Gewebe, als Muskelfasern, Nerven Haut, Sehnen und Knorpelpräparate, Infusorien ꝛc.), muß man in einem Tropfen einer durchsichtigen, wasserhellen Flüssigkeit, wie sie die Natur des Präparates erheischt, auf eine mit einem Troge versehene Glasplatte bringen, hierauf eine zweite Glasplatte von derselben Größe darüber legen und die Ränder beider Platten ebenfalls mittelst aufgelösten Siegellacks zusammenkitten. Von den vorher erwähnten Aufbewahrungs-Flüssigkeiten sind Alkohol und Terpentinöl besonders für thierische Gewebe; Kopal- und Kanadalack für Holzpräparate, namentlich auch für fossile (versteinerte) Hölzer; Chlorcalciumlösung (Auflösung von salzsaurem Kalk) und Glycerin für frische Pflanzengewebe und thierische Präparate zu empfehlen. Letztere beiden Flüssigkeiten bieten den Vortheil, daß sie nicht verdunsten, weshalb bei deren Verwendung die Glasplatten nicht luftdicht verschlossen zu sein brauchen. Wer sich eingehend und speciell mit der kunstgerechten Anfertigung von Präparaten, namentlich aus dem Pflanzenreich, befassen will, den verweisen wir auf eine jüngst erschienene Schrift, die, dem Boden der Praxis entsprossen, nach Aufzählung der erforderlichen Instrumente sichere Anleitung zu dieser Kunst giebt und außerdem auch für die verschiedenen Präparate die probatesten Aufbewahrungsflüssigkeiten verzeichnet. Es ist dies eine französische Broschüre: „Des préparations microscopiques“, die von den Herren Grönland (gegenwärtig Lehrer an der landwirthschaftlichen Akademie zu Dahme), Cornu und Rivet verfaßt und im Verlage von Savy in Paris erschienen ist. — Vortreffliche mikroskopische Präparate aller Art liefert das mikroskopische Institut von Engell u. Comp. in Zürich. Dasselbe veranstaltet sogar alljährlich 1—2 mal die Ausgabe einer Sammlung von 25 mikroskopischen Präparaten, die von einer dieselben erläuternden Broschüre, wohl auch von Abbildungen, begleitet sind. Jede Lieferung kostet in schöner Ausstattung 4 Thlr. Diese Lieferungen können für Norddeutsche der Bequemlichkeit halber aus der Handlung von Schäffer u. Budenberg in Magdeburg bezogen werden. Andere gute Bezugsquellen für fertige Präparate sind: Dr. Voigtländer in Dresden, dessen anatomische Präparate namentlich als sehr gute bekannt sind; ferner C. Rodig in Hamburg, der besonders sehr schöne Präparate von Holzschnitten, auch Insectentheilen, fertigt; ferner J. D. Möller in Wedel bei Hamburg, dessen Präparate von Kieselpanzern (Diatomeen) wirklich reizend sind. Die Preise dieser Präparate variiren zwischen 4 und 20 Sgr. pro Stück; die meisten sind jedoch zu 5 und 6 Sgr. käuflich. Endlich sei erwähnt, daß bereits mehrere Tauschvereine „mikroskopischer Präparate“ bestehen, unter denen die zu Gießen und Frankfurt a/M. die bedeutendsten sind. — Zum Schluß dieser Abtheilung in Kürze noch einige practische Winke.

Nachdem man das selbstgefertigte, möglichst durchsichtige Präparat etwa noch mit einer Loupe untersucht, bringe man dasselbe mittelst eines angefeuchteten Haarpinsels auf den Objectträger und benetze es mittelst eines Glasstäbchens mit einem Tropfen reinen Wassers oder einer anderen geeigneten Zusatzflüssigkeit; darauf lege man das Deckglas darüber und suche so viel als möglich alle Luftblasen aus dem Wasser zu entfernen; dieselben können sonst leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Sie erscheinen unter dem Mikroskop als helle, von einem dunkeln, scharf begrenzten Rande umgebene Kreise, und Anfänger sind nur zu leicht geneigt, dieselben für Theile des Objectes, für Oeltröpfchen oder gar für Zellen zu halten, die mit selbstständiger Bewegung begabt sind. Während der Beobachtung bringe man das Auge so nahe als möglich an das Ocular, indem man alsdann das Gesichtsfeld am besten übersieht und durch fremdes Licht nicht gestört wird. Man gewöhne sich auch, das nicht beobachtende Auge offen zu halten, oder wenigstens daran, mit jedem Auge für sich zu sehen, damit man bei längeren, anstrengenden Untersuchungen beliebig abwechseln kann. Man beginne die Beobachtung mit einer schwachen Vergrößerung und gehe nach und nach zu der stärkeren über. Erstere gewährt nämlich den Vortheil, daß man bei einem größeren Gesichtsfelde auch einen viel größern Theil des Objectes übersehen, sich gewissermaßen orientiren und diejenigen Stellen des Bildes aufsuchen kann, welche einer stärkeren Vergrößerung zu unterwerfen sind. Eine 50 bis 100fache Vergrößerung eignet sich besonders dazu; unter den stärkeren ist dagegen eine 300 bis 400 malige die beste, weil dieselbe bei ziemlich großem Gesichtsfelde auch noch ein sehr helles Licht liefert. Man suche die Vergrößerung durch Verbindung starker Objective mit schwachen Ocularen zu bewirken und nicht umgekehrt. Bei Anwendung chemischer Reagentien, welche Dämpfe entwickeln, läuft häufig das Objectivglas an; man muß dasselbe dann sogleich abwischen, damit es nicht matt werde. Ueberhaupt ist es jedem zur Pflicht zu machen, sowohl die Gläser des Mikroskops, als auch die Objectträger und Deckgläser möglichst rein zu halten uud dieselben nach jedesmaligem Gebrauche abzuwischen. Man bedient sich dazu am besten alter, gewaschener, weicher Leinewand, sowie des Fliedermarkes. Das zum Reinigen der Objectiv- und Oculargläser bestimmte Tuch darf niemals zum Abwischen der Glasplatten gebraucht werden. Man gebe endlich dem Mikroskop solchen Standort, der es vor dem Eindringen des Staubes schützt, bewahre es also in einem möglichst dicht schließenden Kasten oder unter einer Glasglocke auf; auch hüte man sich, das Mikroskop im Winter häufigem Temperaturwechsel auszusetzen. Bei Beobachtung der vorstehenden Regeln wird man alsdann die Freude haben, stets Bilder zu erhalten, welche jeder berechtigten Anforderung an Helle, Schärfe und Klarheit genügen! —

II.

Abtheilung.

Nachdem wir uns im ersten Abschnitte vorwiegend mit der Theorie des Mikroskopes beschäftigt haben, wollen wir uns nun ausschließlich der practischen Seite: seiner Anwendung und Verwerthung im Leben zuwenden.

Schon die im Vorstehenden angedeuteten Beispiele zeigen, daß das Mikroskop zahlreiche und mannigfache Anwendung zu den verschiedensten Zwecken finden kann; doch erschöpfen sie noch lange nicht das große Gebiet, auf welchem dieses Instrument Nützliches zu leisten vermag. Zwei Wege sind es, auf denen die Gelehrten durch Anwendung des Mikroskops auf dem weiten Gebiete der Naturwissenschaften zur Auffindung unumstößlicher, unschätzbarer Wahrheiten gelangt sind: die Beobachtung und der Versuch. Indem sie diese beiden Wege verfolgten, haben sie den Beweis geliefert, daß das Mikroskop zunächst für die Wissenschaft die unverkennbare Bestimmung hat, von dem bisher verborgenen Schauplatze göttlicher Wunder den verhüllenden Vorhang hinwegzunehmen und so die Unendlichkeit und Mannigfaltigkeit des unsichtbar Kleinen ahnen zu lassen; sodann die sich dem blöden Auge entziehenden, oft unmeßbar kleinen, aber nichts destoweniger mit der größten Regelmäßigkeit nach bestimmten Gesetzen geformten Theilchen, aus denen die uns umgebenden größeren Naturkörper zusammengesetzt sind, unserm Blicke zu erschließen; und drittes uns auch den Bau höher organisirter Geschöpfe zu offenbaren. Denn wird unter dem Mikroskope der Wassertropfen nicht zum Meere, in welchem zahllose Geschlechter sich ihres Daseins freuen, ja, was noch mehr sagen will, sich auch tödtlich verfolgen und vertilgen; birgt nicht der todte Stein eine Wunderwelt der Formen in seinem Innern, ja selbst der verachtete Staub, den wir mit Füßen treten! Werden wir durch das Mikroskop nicht in den Stand gesetzt, die Grundform der Gesteine, den Bau und das Wesen der Zelle, die Urform und Trägerin des vegetativen Lebens, die Zellgewebe der Pflanzen, des menschlichen und thierischen Körpers, und damit den Grund vieler Krankheiten zu erkennen! Ja, wir werden in Folgendem mit Staunen vernehmen, daß ganze Gebirge und die Bodenbedeckung ungeheurer Länderstriche sich unter dem Mikroskope in zahllose

Thierleichen und Kieselpanzer und dem Auge unsichtbare Thierchen verwandeln, in deren Entstehung, Verwandlung und Bau wir noch heute Blicke zu thun vermögen. Kurz: es ist eine nicht zu leugnende Thatsache, daß das Mikroskop uns von den in Gottes unendlicher Natur waltenden Kräften und Gesetzen und der damit im engsten Zusammenhange stehenden Erscheinungen in unserer unmittelbaren Nähe und Umgebung überraschende, ja ungeahnte Aufschlüsse geliefert und namentlich in der neuesten Zeit auf diesem Gebiete Erstaunliches geleistet hat. Freilich haben diese Offenbarungen der Entwickelung und des Wachsthums, besonders in Bezug auf die reiche Pflanzenwelt, die dem Künstler ein Vorbild, dem Dichter ein Gleichniß, dem Hungrigen eine Labe und dem wunden Gemüthe ein Trost ist, der Poesie und Phantasie Abbruch gethan, denn aus dem Baum vertrieben sie die Nymphe und aus der Blüthe die Elfe und setzten dafür in ihr angestammtes Recht die prosaische Zellenmechanik. —

Und welche Frucht zeitigt nun dies Instrument für unsere practischen Zwecke? Diese Frage zu beantworten ist Aufgabe der folgenden Blätter, welche nachzuweisen bemüht sein werden, welche Vortheile das Mikroskop dem intelligenten Landwirthe, dem Gärtner und Blumenliebhaber, dem Viehzüchter und Techniker, dem Fabrikanten und Kaufmanne im täglichen Leben und besonders der Familie im Haushalte gewährt. Wie Cicero sagte, daß der Reisende in Griechenland mit jedem Schritte, den er vorwärts thue, auf eine Geschichte von Vaterlandsliebe und Weisheit stoße, so behaupten wir von den erwähnten Ständen, daß sie in ihrem Berufe keinen Schritt vorwärts thun können, ohne die Grundsätze der Naturwissenschaften zu berühren. Wir werden indeß unserem Zwecke getreu die specifisch theoretischen Errungenschaften nur insoweit einer Erörterung unterziehen, als sie den practischen Zwecken des Lebens sich nutzbar erweisen oder überhaupt von allgemeinem Interesse sind. Wohl aber wollen wir uns das Beispiel der forschenden Männer der Wissenschaft zum Vorbild dienen lassen. Wie diese mit dem Mikroskope kühn und siegreich die Schranke gebrochen haben, welche ihren Untersuchungen mit bloßem Auge eine Grenze setzte, so wollen auch wir behufs Erreichung unseres Zweckes die durch ihre vorwärtsstrebende Wirksamkeit geebnete Bahn freudig betreten, das Mikroskop getrost zur Hand nehmen, und — ein neues Gesichtsfeld wird sich auch uns eröffnen, eine ungeahnte Welt wird sich vor uns aufthun, wenn wir mit dem Blicke dorthin zu dringen vermögen, wo das unbewaffnete Auge Formen und Bewegungen wahrzunehmen außer Stande ist. —

I.

Von der Bodenbeschaffenheit.

Wir beginnen aus dem Grunde mit den Kulturerden, weil dieselben, gewissermaßen den ewigen Heerd der Schöpfung repräsentirend, alle Bedingungen enthalten, welche zu einer gedeihlichen Entwickelung des physischen und materiellen Lebens Einzelner, wie ganzer Staaten gehören. Denn, von einem richtigen Instincte geleitet, haben die Menschen seit undenklichen Zeiten die unerschöpflich nährende Kraft des Erdbodens erkannt, und sobald ein Volk einer ruhigeren Lebensweise und mit dieser der Civilisation zuzustreben begann, vertauschte es zunächst die Waffe mit dem Pfluge und pflanzte in das durchfurchte Erdreich die wogenden Gräser mit ihren goldenen Aehren. Wenn auch die Gegenwart der Menschheit durch die fortschreitenden Wissenschaften der Industrie neue Wege geöffnet, durch welche Tausende ihr Brod finden, dennoch steht dieselbe in solcher Abhängigkeit vom Ackerbau, daß jede Mißernte auch eine Calamität in der Industrie hervorruft und alle Höhe der Fabrikation nicht vor Theuerung und Hungersnoth schützen kann. Mit Recht wird daher auch der Ackerbau als die Seele der Industrie und der Gewerbe und als ein Segen des Friedens betrachtet, mit Recht wird er als unentbehrlich für die Menschheit geschildert! —

Der gegenwärtige Ueberzug unserer Erdoberfläche gehört der Alluvial-Bildung an, d. h. er besteht aus den durch Wasser angeschwemmten Ablagerungen von Schlamm, Sand, Kies, Geschiebe ꝛc. Die obere Schicht des Bodens, in welchem die Pflanzen wurzeln, bildet und zersetzt sich noch täglich durch Verwitterung der Gesteine an der Oberfläche und durch Mengung dieser verwitterten Theile mit verwesten thierischen und vegetabilischen Stoffen, dem sogenannten Humus oder Moder. Dies Gemenge, Dammerde genannt, besteht nach chemischen Untersuchungen außer den genannten organischen Stoffen aus Kiesel-, Thon-, Kalk- und Talkerde, sowie aus folgenden, in den verwitterten Steinen enthaltenen Stoffen: Kali (Potasche), Natron (Laugensalz), Eisenoxyd (Metallkalk) und Manganoxyd mit Wasser (Braunsteinkalk). Tritt uns in dieser Thatsache nicht eins der merkwürdigsten Naturgesetze entgegen? An der äußersten Erdkruste soll sich das organische Leben entwickeln, und die weiseste Einrichtung giebt ihren Trümmern das Vermögen, alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen desselben sind. Nach dem Mengeverhältniß oben genannter Theile unterscheidet man bei unsern Kultur- (Garten- und Acker-) Erden:

1) Humusboden (thoniger, kalkiger, sandiger; über 20% Humus, — der fruchtbarste).

2) Kalkboden (über 20 % kohlensaurer Kalk, aber unter 20 %

Humus, — meist nicht sehr fruchtbar, weil er Wasser stark anzieht, ohne es lange zu behalten).

3) Mergelboden (unter 20 % Humus, über 5—20 % kohlensaurer Kalk, — fruchtbar, zieht Wasser stark an und behält es lange).

4) Sandboden (bis 10 % Humus und nicht über 5 % kohlensaurer Kalk, aber gegen 90 % Sand, — unfruchtbar, weil er schnell austrocknet).

5) Thonboden (10—20 % Humus, über 60 % Thon, — unfruchtbar, weil er Wasser sehr stark anzieht und lange zurückhält).

6) Lehmboden (10—20 % Humus, Thon nicht über 60 %, — fruchtbar, saugt Wasser ein und hält es zurück).

Nebenbei hängt der Werth des fruchtbaren Bodens noch ab, theils von der Tiefe der Dammerde oder Ackerkrume, theils vom Untergrunde, d. h. von den unter der Ackerkrume liegenden Gesteinen, theils von der Feuchtigkeit und Temperatur des Bodens; ferner von der höheren oder tieferen Lage und endlich von der Reinheit von Steinen und Unkraut. Die Beschaffenheit des Bodens ist selbstverständlich nächst Humus und Wasser, welches die Nahrungsstoffe der Pflanzen löst, für das Gedeihen der Pflanzen von größter Wichtigkeit, weil der Boden gleichsam die Vorrathskammer der Pflanzennahrungsstoffe bildet. Verschiedene Pflanzen erfordern meist verschiedene Nahrungsmittel, die man aus der Asche nach dem Verbrennen der Pflanzen kennen lernen kann und die, wenn sie im Boden nicht hinlänglich vorhanden sind, für diese Pflanzen dem Boden zugeführt werden müssen. Die wesentlichsten der unverbrennlichen Aschenbestandtheile unserer Culturpflanzen sind: Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kalk, Bittererde, Eisen und Kochsalz, während die verbrennlichen Bestandtheile der Pflanzen aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak entstehen. Hieraus geht augenscheinlich hervor, daß die Bestandtheile der Pflanzenaschen Nahrungsmittel und demgemäß zur Bildung des Pflanzenkörpers und seiner Theile unentbehrlich sind.

Wir können hier nicht das Verfahren, wie man die Asche oder den Boden chemisch untersucht, angeben, sondern nur darauf hinweisen, daß es heutzutage hinreicht, ein Glas voll Erde aus einem Ackerland zu einem tüchtigen Chemiker zu bringen, um von ihm zu erfahren, welche Pflanze hier gedeihen wird oder welchen Stoff man künstlich in den Boden hineinbringen muß, um eine gewisse Pflanze mit Erfolg darauf ziehen zu können. So besteht z. B. die Asche von Klee-, Erbsen-, Tabakspflanzen &c. zur Hälfte aus Kalksalzen, woraus erhellt, daß Kalk zum kräftigen Gedeihen mancher Pflanzen, namentlich der Hülsenfrüchte, nöthig ist, und daß Kalk ein wichtiges Verbesserungsmittel für Felder ist, denen er mehr oder weniger mangelt. (Auch die Schnecken mit Schalen nehmen ihren Kalkbedarf zu den Gehäusen mit ihrer Nahrung aus dem Kulturboden, weshalb auf kalkfreiem Boden keine Schnecken mit Gehäusen leben können.) Aus demselben Grunde verwendet man

das Knochenmehl als Düngungsmittel; denn dasselbe enthält neben der sehr wichtigen Phosphorsäure vorwiegend Kalkerde. Da verschiedene große Güter die Fabrikation des für Rüben, Gras und Kornpflanzen sehr wirksamen schwefelsauren Knochenmehles oder sauren phosphorsauren Kalkes selbst betreiben, so geben wir für diejenigen Landwirthe, welche mit der Herstellung desselben nicht vertraut sind, das Verfahren an. In den Fabriken ist die Zubereitung folgende: Die Knochen werden in einem Kessel mit Wasser gedämpft, gewöhnlich unter verstärktem Druck, bis sie weich und leicht zerreiblich geworden sind; alsdann setzt man den zu einem dünnen Brei zerriebenen Knochen ⅓ von dem Gewicht der Knochen an concentrirter Schwefelsäure zu, wodurch die ganze Masse sich verdickt und fest wird. Diese Masse wird nun in der Wärme getrocknet, auf einer Mühle zu einem feinen Pulver gemahlen und in dieser Form in den Handel gebracht. Auf den Gütern begnügt man sich, die gedämpften und in feines Pulver verwandelten Knochen mit der geeigneten Menge Schwefelsäure und mit soviel Wasser zu versetzen, daß eine dünne Milch entsteht, die man auf den Feldern gleichmäßig verbreitet. Nach J. v. Liebig ist in Folge der Anwendung dieses Düngers in England der Ertrag der Rübenfelder um 50, häufig um 100 % (also theils um den halben, theils um den ganzen Ertrag) und in einem ähnlichen, wiewohl kleineren Verhältniß der Kornertrag der Kornfelder und der Heuertrag der Wiesen gestiegen, und es läßt sich die Wichtigkeit dieses Düngers für die Landwirthschaft am besten vielleicht aus der Ausdehnung ermessen, welche dessen Fabrikation gewonnen hat. Schon im Herbste 1855 erwähnt der Herzog v. Argyll in seiner Eröffnungsrede der Naturforscherversammlung zu Glasgow (Schottland), daß von diesem künstlichen Dünger in England allein jährlich nicht weniger als 60,000 Tons oder 1,200,000 Ctr. verbraucht werden. Auch in Deutschland (in Frankfurt a. M., am Rhein und in Preußen) sind bedeutende Fabriken dieses Knochendüngers entstanden, und so verschieden auch sonst die Ansichten der Landwirthe über die Wirksamkeit anderer Düngmittel sein mögen, alle sind darüber mit einander einverstanden, daß durch den Zusatz von Schwefelsäure die nützliche Wirkung des phosphorsauren Kalkes der Knochen um das Vielfache gesteigert wird. Diese außerordentliche Erhöhung der Wirksamkeit der Knochen durch Zusatz von Schwefelsäure beruht aber lediglich auf der Vergrößerung der Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes. Auch die Holzasche giebt für Felder und Wiesen ein treffliches Düngungsmittel wegen ihrer salzigen Bestandtheile. Die Güte dieser vegetabilischen Asche, welche für Seifensiedereien, Glasfabriken, Bleichen 2c. unentbehrlich war, heutzutage aber durch Soda ersetzt wird, hängt eben von dem Mengeverhältniß des darin enthaltenen Salzes, Alkali oder Laugensalz genannt, ab, und dies Verhältniß ist wieder durch die Holzart bedingt. Je fester und dichter das Gewebe einer Holzart ist, um so mehr kohlensaures Kali liefert ihre Asche; doch machen einige Gewächse, z. B. das ästige

Farnkraut hiervon eine Ausnahme, denn letzteres enthält mehr kohlensaures Kali (Potasche) als irgend eine bekannte Pflanze. Was in aller Welt, wird der geehrte Leser fragen, hat denn die Classificirung der Bodenarten mit dem Mikroskop zu thun? Aber nur gemach! Es ist nämlich erwiesen, daß viele Gesteine nichts weiter sind als Anhäufungen von Leichen mikroskopischer Pflanzen und Thiere, und da jene Gesteine fast in allen Gegenden der Erde angetroffen werden, so liegt es nahe, daß auch die an der Oberfläche der Erde befindlichen Bodenarten und erdigen Schichten an sehr vielen Punkten, wenn nicht gar überall, mit Resten mikroskopischer Geschöpfe mehr oder weniger vermengt sein müssen. Die Dammerde, welche sich, wie schon gesagt, noch täglich bildet, entsteht aus Zertrümmerungen und Zersetzungen der verschiedenartigsten Gesteine vom weichen Thon bis zum harten Basalt, sowie aus verwesten organischen Körpern, die zum Theil aus der Ferne durch Wasserfluth als Schlamm, Sand und Gerölle angeschwemmt werden. Professor Ehrenberg hat nun viele Ackererden aus allen Welttheilen untersucht und fast in allen Spuren mikroskopischen Lebens, besonders Diatomeen- und Infusorienpanzer, theils in wohlerhaltenen, theils in abgeschliffenen Exemplaren, theils auch nur in Bruchstücken gefunden. Reich an Süßwasserdiatomeen ist z. B. der Ackerboden um Delitzsch in Sachsen, Ehrenbergs Geburtsort, der bekanntlich zu den besten Kulturerden Deutschlands gehört. Dagegen enthält die sandige Ackerkrume in den Umgebungen Berlins nur wenige Reste des mikroskopischen Lebens. Auch aus anderen Untersuchungen verschiedener Kulturerden scheint hervorzugehen, daß bei denselben die Zahl der in ihnen enthaltenen Reste des mikroskopischen Lebens in geradem Verhältniß zu ihrer Güte steht, daß also die Ackererde desto fruchtbarer sei, je mehr sie solcher Reste enthalte, desto unergiebiger, je weniger von denselben in ihr gefunden werden. Sollte sich diese Vermuthung als wahr bestätigen, so würde das untergegangene mikroskopische Leben eine neue Wichtigkeit für den Menschen erlangen und das Mikroskop ein untrügliches Mittel werden, um die Güte eines Ackerbodens beurtheilen zu können. Das Verfahren zur Untersuchung von Bodenarten ist kurz folgendes: Man rührt zunächst eine Probe der zu untersuchenden Erde mit viel Wasser an. Dadurch sondern sich die größeren schon mit unbewaffnetem Auge leicht erkennbaren Theile derselben von den feineren. Durch eine Art Schlämmen lassen sie sich in der Weise von einander trennen, daß man selbst die relative Menge der einen und anderen leicht abschätzen kann. Wenn man dann die feineren Theilchen mit Wasser auf einem Objectträger unter das Mikroskop bringt, unterscheidet man leicht: a) Quarzsand, welcher kleine farblose, mehr oder weniger durchsichtige Theilchen bildet; b) kohlensauren Kalk, daran kenntlich, daß er sich bei Zusatz einer Säure unter Entwickelung von Luftblasen auflöst; c) organische Substanzen, welche theils vollkommen zersetzt als braune feinkörnige Stückchen (Humussäure u. dergl.), theils als mehr oder weniger er-

haltene Reste von pflanzlichen oder thierischen Gebilden erscheinen, deren Abstammung sich meist noch an ihrer Form erkennen läßt. Nicht selten finden sich in letzteren Substanzen eben noch lebende mikroskopische Pflanzen und Thiere (Algen und Infusorien), und der größere oder geringere Reichthum daran, wie er namentlich im Schlamm der Pfützen, Gräben, Teiche 2c. zu Tage tritt, bildet in gewissem Sinne einen Maßstab für die Fruchtbarkeit einer Ackererde.

Aber Ehrenberg hat nicht nur die lockern Bodenarten, sondern auch die festen Gesteine untersucht, die ihre Entstehung dem Wasser verdanken, d. h. welche nichts sind, als der in Stein umgewandelte Schlamm oder Bodensatz ehemals vorhandener Meer- oder Süßwasserbecken. Unausgesetzte, fast 20jährige Forschungen mit dem Mikroskop haben den genannten großen Gelehrten in den Stand gesetzt, unwiderleglich zu beweisen, daß in allen Gegenden der Erde mächtige Ablagerungen von erdiger und steiniger Beschaffenheit, ungeheure Felsmassen, ja ganze große Gebirgszüge, mit einem Worte: ein bedeutender Theil der gesammten Erdrinde lediglich aus über einander gehäuften Pflanzen von Diatomeen und Infusorien und namentlich aus den Kalkgehäusen von Foraminiferen besteht. Nur die unzählbare Menge jener Thierchen und ihre fabelhafte Vermehrungsweise erklären diese im ersten Augenblick vielleicht unglaublich erscheinende Thatsache; denn wenn schon eine einzige Diatomee binnen wenigen Wochen eine Nachkommenschaft von Millionen Individuen haben kann, welche Massen solcher Geschöpfe müssen dann im Umkreise der ganzen Erde während des Verlaufes von Jahrtausenden entstanden sein! Noch heute leben in allen stehenden und ruhigen Gewässern, ja selbst in der Tiefe der Erdschichten nicht selten unzählige Infusorien und Diatomeen mit Kieselpanzern, durch deren Absterben noch fortwährend Kieselbildungen entstehen. In den Gräben des Berliner Thiergartens bildet sich nach Ehrenberg in einem Tage durch Infusorien, als welche er auch die mit Kieselschalen begabten Diatomeen betrachtet, soviel Kieselerde, daß man etwa ½ Ctr. reine Kieselerde sammeln könnte. Gleichzeitig wollen wir hinzufügen, daß ganz Berlin auf einem Boden steht, unter welchem sich ein in den oberen Schichten noch vollkommen lebendiges Diatomeen- und Infusorienlager hinzieht. Dasselbe hat an manchen Stellen bis 100′ Mächtigkeit, sieht aus wie ein schwammiges, silbergraues Thonlager und besteht zu ⅔ aus nicht weniger als 90 verschiedenen Diatomeen- und Infusorienarten. Daraus erklärt sich zugleich der schlechte Baugrund, an dem ganze Stadttheile Berlins laboriren, und der erwiesenermaßen die alleinige Ursache des „wiederholten" Einsturzes mehrerer Häuser in der Karlsstraße gewesen ist. Zu diesen Bildungen von Infusorien rechnet man ferner die fast ganz aus Kieselpanzern bestehende Kieselguhr, sowie das Bergmehl oder Kieselmehl, eine feinerdige, matte, weiße oder graue, zerbrechliche, mager anzufühlende Masse, welche vor der Aufnahme von Wasser auf dem Wasser schwimmt, aber mit Wasser aufquillt und

72—96% Kieselerde enthält. Das bedeutendste Lager davon ist am Rande der Lüneburger Haide, im Amte Ebstorf bei Ober=Ohe, von woher man neuerdings auch das Kieselmehl als Düngungsmittel in den Handel bringt. Die oberen Schichten des über 30′ mächtigen Lagers bestehen nach Ehrenberg gleichfalls aus noch lebenden Diatomeen von 30 verschiedenen Arten. Ferner gehört dahin auch der Polirschiefer von Bilin in Böhmen, welche sehr viele Ueberreste von Kieselpanzern der Infusorien enthält. Ebenso die Kieselguhr von Franzensbad, welche im Jahre 1836 in Folge einer Aufforderung des Porzellan=Fabrikanten Fischer zu Franzensbad von Ehrenberg untersucht wurde. Auch in der Gegend von Eger kommen Ablagerungen von Kieselguhr vor; selbst der Geiser von Island, sowie mehrere heiße Quellen auf den azorischen und canarischen Inseln bei Afrika setzen noch täglich Kiesel=bildungen ab. Auch in der neuen Welt begegnen wir diesen Gebilden; ein mächtiges Lager von Kieselguhr findet sich bei Strafford in Virginien (Nord=Amerika). Die sogenannten Bergmehle, welche lediglich aus Dia=tomeenpanzern bestehen, sind für manche Gegenden sogar von großer Wichtigkeit, indem sie von ärmeren Leuten unter das Brotmehl gemischt und folglich als Nahrungsmittel benutzt werden, obwohl sie begreiflicher Weise keinen, höchstens vermöge der darin enthaltenen organischen Sub=stanzen einen sehr geringen Nahrungsstoff besitzen. In Europa finden nur die Bergmehle von Lappland und Schweden eine solche Verwendung. Von dem Bergmehl von Lollhagysyön z. B. werden alljährlich hunderte von Wagenladungen verspeist. Auch steht es historisch fest, daß im dreißigjährigen Kriege im Dorfe Klinken, elbabwärts von Wittenberg, eine weißliche Infusorienerde mit zu Brod verbacken wurde. Die Berg=mehle Schwedens und Lapplands sind indeß nicht die einzigen der Erden, welche gegessen werden. In Nordasien und besonders in Nordafrika giebt es ganze Völkerschaften, welche als Zukost zu den Speisen oder Leckerbissen gewisse feine Erd= und Thonarten genießen; ja, bei vielen Indianern und Negern Südamerikas und Westindiens ist das Erdeessen geradezu zu einer Leidenschaft geworden. Ehrenberg hat mehrere dieser Erden und Thone untersucht und alle reich an Diatomeen= und Infusorienresten gefunden. Auch war es dem Mikroskope vorbehalten, einen wichtigen geographischen Zweifel zu lösen und einen gelehrten Streit zu entscheiden, welcher Jahrhunderte gedauert hat. Es handelte sich nämlich um die Entscheidung, ob der im Herzen Afrikas befindliche Tsadsee ein Salzsee, wie die Mehrzahl der Geographen annahm, oder ein Süßwassersee sei. Um darüber Gewißheit zu erhalten, veranlaßte Ehrenberg den Afrikareisenden Dr. Vogel, ihm Proben von Schlamm aus dem Tsadsee zu schicken. Und was war das Resultat der mikro=skopischen Untersuchung? Ehrenberg entdeckte in dem Schlamm 69 verschiedene Formen von Diatomeen, die nur in süßem Wasser leben und außerdem noch andere mikroskopische Süßwassergeschöpfe. — Aermer als die Kulturerden pflegen Thon, Lehm und Sand an Resten des

mikroskopischen Lebens zu sein. So besteht beispielsweise der feine Flugsand von den Rehbergen bei Berlin bloß aus Quarz und Feldspaththeilchen, ohne alle Beimengung, weder von organischen Resten, noch von Glimmer oder Kalk. Ein solcher Sand ist keiner Kultur fähig. Ebensowenig eignet sich der goldführende Sand in Kalifornien zum Ackerbau. Derselbe ist nach Ehrenberg bloß aus krystallinischen, schwarzen Magneteisentheilchen, aus kleinen sechsseitigen Krystallprismen von verschiedener Farbe (Quarz) und vielen feinen Goldschüppchen zusammengesetzt. Dagegen enthalten alle thonigen und mergelhaltigen Sande neben Sand-, Thon- und Mergeltheilchen immer noch einzelne Reste von Diatomeen, Infusorien und anderen mikroskopischen Geschöpfen.

Nach Ehrenberg sind auch die in den Braunkohlenflötzen vorkommenden Thon- und Sandlager, ja, die erdigen Braunkohlen selbst überaus reich an Diatomeen und Infusorienpanzern. Desgleichen sind die erdigen Mergel der Hauptsache nach nichts Anderes, als Anhäufungen von Panzern von Süßwasserdiatomeen und Süßwasserinfusorien, welche mittelst Kalk oder Thon verkittet sind. Dagegen bestehen die wirklichen Mergelsteine, wie überhaupt alle aus mikroskopischen Geschöpfen zusammengesetzte Felsgesteine aus lauter Meeresthieren und Meerespflanzen, gehören mithin also zu den Meeresbildungen, welcher gelegentlich der Beschreibung der Diatomeen Erwähnung geschehen wird.

Unterwerfen wir nun, um speciell auf die Kulturerden zurückzukommen, die zur Düngung als Verbesserungsmaterial des Bodens angewandten Mineralien einer Prüfung, so stellt sich heraus, daß sämmtliche entweder nur aus Infusorien 2c. bestehen, oder mehr oder weniger mit Resten von Diatomeen, Infusorien und anderen mikroskopischen Geschöpfen verschmolzen sind.

Obenan stehen in dieser Beziehung die verschiedenen Kalk- und Mergelarten. Beide Mineralien bestehen fast nur aus winzigen organischen Formen, d. h. aus versteinerten Leibern mikroskopischer Meeresgeschöpfe, welche bei den Kalkarten (Kalkstein, Kreide, Marmor 2c.) mittelst Kalk, bei den Mergelarten dagegen mittelst Kalk und Thon zusammengekittet sind. Beide unterscheiden sich außer diesen Bindemitteln aber auch noch durch die Zusammensetzung, resp. das Mengeverhältniß der sie bildenden Formen. Bei den Kalkgesteinen der Kreideformation z. B. kommen die Diatomeenpanzer nur in beschränkter Anzahl vor, während die Hauptmasse von mikroskopischen Schalthierchen mit Kalkschalen, wie Schnörkelkorallen, Wurzelfüßlern 2c. gebildet wird, welche Ehrenberg deswegen, weil ihre Kalkgehäuse stets in mehrere Abtheilungen oder Kammern geschieden sind, vielkammerige Thiere oder Polythalamien nannte. Die Mergelgesteine bestehen dagegen vorwiegend, ja, fast lediglich aus Kieselpanzern von Diatomeen und Infusorien. Will man nun bei einem Mineral ermitteln, ob dasselbe aus Kalkerde oder aus Kieselerde besteht, so verwandelt man einen Theil desselben in

ein Pulver, indem man zunächst mit einem Messer etwas davon abschabt und diese Körnchen darauf in einem Mörser zerreibt. Nachdem man eine kleine Dosis von diesem Pulver auf den Objectträger gebracht, setzt man einen Tropfen Salzsäure zu. Die etwa vorhandene Kalkerde löst sich alsdann unter Entwickelung von Luftblasen auf, verschwindet also unter dem Mikroskope; die Kieselerde (Diatomeenpanzer 2c.) bleibt dagegen unverändert; etwa vorhandene Krystalle erkennt man sehr leicht an ihren regelmäßigen Formen und an ihren ebenen Flächen. Der reine kohlensaure Kalk (gewöhnlicher Kalkstein) hat wegen seiner großen Verbreitung bedeutenden Einfluß auf die Zusammensetzung des Bodens und deshalb auch auf die Vegetation; indeß kann er für sich allein, ebensowenig wie reiner Quarzsand und Thon eine fruchtbare Erdkrume nicht bilden, sondern nur die für die Pflanzen ungünstigen Verhältnisse verbessern; er ist aber nach dieser Seite hin unter allen Erden für die Vegetation die wirksamste, weil er durch seine große Anziehung zu Säuren das Entstehen der dem Pflanzenwachsthum nachtheiligen Säuren dadurch verhindert, daß er sich mit denselben verbindet und sie auf diese Weise unwirksam macht; er macht daher namentlich sogenannten sauren Boden fruchtbarer. Gepochte Kalksteine und vorzüglich kalkreiche Mergel sind deshalb ein Verbesserungsmittel für nassen Thonboden und Torfboden. Ferner beschleunigt der Kalk auch die Zersetzung der Düngstoffe, indem er vermöge seiner alkalischen Eigenschaft die organischen Ueberreste ätzt und vermöge seiner Säureanziehung sie von Säuren befreit, welche ihre völlige Auflösung in Humus verhinderten. Im October haben darum beispielsweise die Felder von Yorkshire und Herefordshire in England das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den dortigen steifen Thonboden ausübt.

Mergel steht in seiner Wirkung dem milden oder kohlensauren Kalk nahe und übertrifft ihn noch wegen seines Thongehalts. Er wird deswegen noch häufiger zur Verbesserung der Ackerkrume angewandt, als der Kalk. Da der Mergel indeß hinsichtlich seines Thon- nnd Kieselgehalts sehr verschieden ist, und sich hiernach, sowie nach der Beschaffenheit des zu verbessernden Bodens die Menge des anzuwendenden Mergels richten muß, so ist es rathsam, immer erst eine Probemergelung im Kleinen anzustellen. Eine Mergelung, die in gehörigen Verhältnissen angewandt, erzeugt die üppigste Vegetation (Kalkflora), verliert aber später ihre düngende Kraft durch Verlust des Kalkes und erschöpft auch bei vernachlässigter Düngung mit anderem Dünger im Verlaufe der Zeit den Boden; daher das Sprüchwort: „Gemergelte Felder machen reiche Väter, aber arme Söhne.“

Besonderen Reichthum an Resten mikroskopischen Lebens liefert auch der bekannte „Guano“, welcher neben gemahlenen Knochen und

Rapskuchenmehl namentlich in England wegen seines Reichthums an Stickstoff, welcher für das Gedeihen der stickstoffhaltigen Pflanzen (Getreide und Hülsenfrüchte) nothwendig ist, hauptsächlich in Gebrauch ist. England kann nämlich bei der enormen Zunahme der Bevölkerung Londons und der anderen großen Städte, wodurch gleichzeitig der Verlust, den die englischen Felder an den Hauptbedingungen ihrer Fruchtbarkeit jährlich erleiden, immer größer wird, auf die Dauer kornerzeugendes Land nur bei einer ungehinderten Zufuhr von Guano bleiben. Daraus erklärt es sich auch, daß England seit dessen Einführung (1840) nahe an neun Zehntel von allem nach Europa gebrachten Guano consumirt, weil die Engländer dem überaus praktischen Grundsatze huldigen, daß man dem durch Kornbau erschöpften Felde wieder geben müsse, was man ihm im Korne genommen. Denn der Guano enthält nicht allein die Bedingungen zur Kornbildung, welche der Boden hergeben muß, sondern auch in dem Ammoniak einen unentbehrlichen Nahrungsstoff, der ihre Wirkung in der Zeit steigert und erhöht. Auf manchen Feldern kann das Ammoniak im Guano bei günstiger Witterung doppelt so viel von diesen Bodenbestandtheilen wirksam machen und in einem Jahre einen Ertrag liefern, den diese Bodenbestandtheile für sich allein erst in zwei Jahren geliefert hätten; ja, die ausgedehntesten und genauesten Versuche von Laves, Kuhlmann u. A. thun dar, daß ein Pfund Ammoniak im Guano stellenweise eine fünfmal stärkere Wirkung hat, als ein Pfund Ammoniak in der Form eines Ammoniaksalzes. Demnach wird man sich über die außerordentliche Wirkung des Guano auf die Vermehrung der Kornerträge nicht wundern können. Professor von Liebig (München) kommt nach Aufzählung der verschiedensten Versuchsresultate aus England und Sachsen in seinen „Chemischen Briefen" (Volksausgabe, Brief 47, S. 487) zu folgendem Schluß: „Ohne einen Fehler zu begehen, kann man annehmen, daß die Einfuhr von einer Million Centner Guano gleichbedeutend ist einer Erhöhung der Produktion von zwei Millionen Centnern Korn, die man mit dem im Umlauf vorhandenen selbst erzeugten Düngerkapital allein nicht hätte produciren können; dieses producirt für sich seinen Theil genau so, wie wenn der Guano nicht mitgewirkt hätte."

In Deutschland ist Sachsen das Land, woselbst die größeren Wirthschaften schon seit etwa 20 Jahren mit diesem neuen, bequemen, keinen Viehstand erfordernden Mittel düngen und nach dem Zeugniß der gebildetsten Sachkenner stets einen steigenden Ertrag in ihrer Ernte erzielen, der bei dem gewöhnlichen Dünger nicht möglich gewesen wäre. In den letzten Jahren hat die Benutzung des künstlichen Düngers sich indeß in immer weitere Kreise Eingang verschafft und wird bereits in allen Gegenden angetroffen. Aber nicht nur einen Ersatz des gewöhnlichen Düngers wußte die landwirthschaftliche Chemie ausfindig zu machen, sondern sie hat auch eine wissenschaftliche Behandlung des bisherigen Düngers gelehrt, und wenn diese Lehre erst auch im Bauern-

stande um sich gegriffen haben wird, dann wird die Einnahme des Landmanns sich erhöhen, der Speisestoff billiger werden und auch die Gesundheit des Menschen Vortheil davon haben. Es ist nämlich eine Eigenschaft des gewöhnlichen Düngers, daß er erst dann wirksam für die Pflanze ist, wenn er in Fäulniß übergegangen ist. Dadurch entsteht dann der widerwärtige Geruch, der die Luft verpestet; denn das Ammoniak, (Verbindung von Stickstoff mit Wasserstoff) die eigentliche werthvollste Pflanzenspeise, ist ein Gas, das in der Luft verfliegt. Hierdurch aber entsteht nicht nur oft Erkranken von Thieren und Menschen, besonders in warmer, trockener Jahreszeit, sondern was die Hauptsache ist, der Dünger verliert dabei seine eigentliche Nährkraft für die Pflanzen und liefert, auf das Feld gebracht, eine nur spärliche Ernte. Es giebt nun ein einfaches Mittel, diesen Uebeln abzuhelfen, und es wird dasselbe auch von gebildeten Landwirthen angewandt, so daß der Dünger dort nicht riecht, aber dafür vortrefflich düngt. Man begießt den Dünger einfach mit Schwefelsäure; dadurch bildet sich das geruchlose schwefelsaure Ammoniak, das als ein chemisches Salz auch in den Apotheken zu haben ist. Dieses Salz löst sich mit Leichtigkeit im Wasser auf und liefert den Pflanzen nicht nur eine reichliche Ammoniak-Speise, sondern auch Schwefel, der ebenfalls ein Bestandtheil der nährenden Fruchtbarkeit ist, und dies Verfahren gewährt außerdem noch den Vortheil, daß durch die Lösung noch andere Stoffe des Düngers oder des Bodens, die sonst unlöslich bleiben, jetzt sich leichter im Regenwasser auflösen. Es ist eine wissenschaftlich ausgemachte und von der Landwirthschaft bestätigte Thatsache, daß durch Aufwand von einem einzigen Groschen für Schwefelsäure, der Dünger bis um 5 Sgr. mehr werth wird, als wenn man ihn ohne Schwefelsäure läßt.

Gründliche Erfahrungen haben nämlich gelehrt, daß durch solche vernünftige Behandlung des Düngers ein Getreideland nahe um ein Drittel mehr Frucht bringt und Grasland sogar eine fünfmal bessere Ernte lieferte, als früher bei gewöhnlichem Dünger.

Auch kann das Entweichen des Ammoniaks aus den Dunggruben durch Bestreuen mit Gyps verhindert werden, wodurch sich gleichfalls schwefelsaures, bei gewöhnlicher Temperatur sich nicht verflüchtigendes Ammoniak bildet.

Doch dies in Anbetracht seiner volkswirthschaftlichen Wichtigkeit nur beiläufig! Wir kehren zu dem Hauptersatzmittel des natürlichen Düngers, dem „Guano“, zurück. Der Guano hat sich aus einer Anhäufung der Excremente unzähliger Vögel erzeugt, welche die Chincha-Inseln an der Küste von Peru besuchen. Er bildet daselbst 50—60′ mächtige Lager von sehr bedeutender Ausdehnung. Andere Fundorte in Amerika sind: mehrere in der Nähe der Küste von Bolivia und Chile gelegene Inseln, ferner Patagonien und Labrador; in Afrika: Inseln an der Westküste (Ischaboe), auch finden sich Ablagerungen an der Südküste Afrikas, am Cap der guten Hoffnung 2c., und in Asien die

zahlreichen inselartigen Klippen zwischen Dscholfar und den Bahreïn-Inseln im persischen Meere. Von dort wurde der Guano laut Zeugniß des arabischen Kosmographen Edrisi bereits im 12. Jahrhundert nach Bassora gebracht, woselbst er von den Arabern, die ihn als starkes Düngungsmittel für ihre Weinstöcke, Dattelpalmen und andere Gartenfrüchte benutzten, gut bezahlt wurde. Seiner Anwendung seit dem 12. und 13. Jahrhundert verdanken nach A. v. Humboldt, welcher die ersten Proben von Guano nach Europa brachte, auch die sonst so unfruchtbaren Küstengegenden Peru's ihre jetzige Fruchtbarkeit. Da der Guano gegenwärtig, wie schon angedeutet, häufiger nach Europa eingeführt wird, so wollen wir ihm eine größere Aufmerksamkeit widmen. Außer der zunächst folgenden Charakteristik der besseren Guanosorten wird auch noch die Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der organischen Bestandtheile des Guano folgen, die ebensowohl einen practischen Werth für den Landwirth hat, als Prüfungsmittel der Echtheit dieses wichtigen Düngers, andererseits auch durch die Zierlichkeit der hierbei auftretenden Bildungen den bloßen Liebhaber des Mikroskops zu interessiren im Stande ist. Janisch sortirt den Guano folgendermaßen:

1) Der beste Guano, der unter dem Namen „Peru-Guano" im Handel vorkommt, stammt von den Chinchainseln, die etwa drei Meilen von der peruanischen Küste entfernt liegen. Er kommt also aus einer Gegend, in der es selten oder nie regnet, und da die Ufer dieser Inseln steil, fast senkrecht in die Höhe steigen und der Guano daher auch durch die Fluth des Meeres nicht ausgewaschen werden kann, so enthält er noch in größter Menge die in Wasser löslichen organischen Substanzen. Er ist in trockenem Zustande hellbraungelb mit einzelnen eingemengten weißgrauen Klumpen und fast ohne Geruch. Angefeuchtet nimmt er eine dunkelbraune Färbung an und entwickelt einen sehr starken eigenthümlich ammoniakalischen Geruch. Der Aufguß mit kaltem und heißem Wasser hat eine dunkelbraune Farbe. Mit Säuren übergossen und damit gekocht, braust unverfälschter Peruguano verhältnißmäßig nur schwach auf und färbt die Säure intensiv braun.

2) Eine ganz vorzügliche Guanosorte (Angamos-Guano) stammt von einer felsigen Spitze der bolivianischen Küste, Angamos genannt; sie wurde im Jahre 1852 durch die Herren Schramm und Echtermeyer aus Dresden nach Deutschland in den Handel gebracht. Diese Sorte ist neueren Ursprungs als der Peruguano, daher weniger zersetzt und lichter von Farbe; außerdem mit vielen Ueberresten von Federn, Eiern und Knochen vermengt. Der kalte und der heiße wässerige Auszug, sowie die Auflösung von Säuren ist von ähnlicher Farbe, wie die gleichen Lösungen des Peruguano; doch enthält Angamosguano weniger in kaltem Wasser lösliche Bestandtheile.

3) Der Guano von Patagonien ist von gelblich grauer Farbe, erdig, nicht fettig anzufühlen, sehr schwach ammoniakalisch riechend; er

ist durch Regen bereits stark ausgelaugt. — Der Auszug mit kaltem Wasser ist lehmfarbig; der Rückstand mit Wasser gekocht giebt eine hellgraue Lösung; die Auflösung mit Säuren ist ebenfalls von hellerer Farbe, als bei Peru-Guano.

4) Ischaboe-Guano. Die Insel Ischaboe, unter 26° südlicher Breite und 14° östlicher Länge, an der Westküste Afrikas gelegen, liefert einen sehr guten Guano; das Lager ist aber fast erschöpft. Der Ischaboe-Guano ist von dunkelbraunr bis schwarzer Farbe, enthält viel Ueberreste von Federn, Eierschalen und Knochen und hat einen starken, ekelhaft faulig ammoniakalischen Geruch. Der Auszug in kaltem Wasser hat eine gesättigt dunkelbraune, der Auszug mit heißem Wasser eine tief dunkelbraune Farbe, wie schwarzer Kaffee. Mit Säuren aufgelöst braust dieser Guano fast gar nicht auf und färbt die Säure weit dunkler als Peruguano. Spezielleres über diese Materie findet der Leser in dem Schriftchen von C. Janisch: „Zur Charakteristik des Guano von verschiedenen Fundorten. Breslau 1862. Max u. Comp.“ Dasselbe enthält 5 große Tafeln mit den verschiedensten, wirklich reizenden mikrophotographischen Abbildungen von Diatomeenformen, welche ein so geeignetes, wie willkommenes Hülfsmittel sind, um die vorherrschenden und die charakteristischen Species jeder Guanosorte herauszufinden, da die dem Gedächtniß vorschwebenden Formen die Untersuchung wesentlich erleichtern. Es darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daß der verhältnißmäßig hohe Preis des Peru-Guano nicht allein zu vielen Verfälschungen desselben Veranlassung gegeben hat, sondern daß auch billigere, aber geringere Sorten von anderen Fundorten für echten Peruguano in den Handel gebracht werden. Merkwürdig ist, daß der Peruguano, selbst von verschiedenen Fundorten, eine große Uebereinstimmung der darin enthaltenen mikroskopischen Organismen zeigt. Diese Mittheilung konnte Ehrenberg der Berliner Kgl. Akademie der Wissenschaften machen, denn er hatte Proben von Peruguano aus drei verschiedenen Quellen bezogen. Eine Probe afrikanischen Guanos zeigte dagegen Formen, welche von denen des peruanischen Guano ganz abweichend waren. Die einfachste Methode, die verschiedenen Gebilde aus der Classe der Diatomeen, welche dem Guano beigemischt sind, für die mikroskopische Untersuchung darzustellen, besteht darin, daß man eine Portion Guano in einem Platintiegel oder Blechlöffel stark glüht, den Rückstand zur Entfernung der Kalksalze mit Salz- oder Salpetersäure auszieht und den verbleibenden Rest von den beigemischten gröberen Sandkörnern trennt. Am besten erreicht man dies durch die Methode, welche F. Okeden im 10. Heft (1855 Jan. S. 158) des Londoner mikroskopischen Journals empfohlen und die Reinecke in seinen „Beiträgen zur neueren Mikroskopie“, 1. Heft S. 55 und 56, bekannt gemacht hat. Man bringt nämlich in ein kleines Becherglas von circa $1\frac{1}{2}$″ Durchmesser den Rückstand, gießt 2″ hoch Wasser darauf, rührt mit einem Glasstabe um, läßt eine Minute stehen und gießt das Wasser

mit den darin schwebenden Partikeln mit Vorsicht in ein größeres Becherglas, so daß von dem Bodensatz nichts mit fortgeführt wird. Nachdem man dies 4—6 Mal wiederholt, hat man in dem größeren Glase Alles, was nicht in 1 Minute durch 2″ Wasser zu Boden sinkt. Mit dem Bodensatze im größeren Glase verfährt man auf gleiche Weise, nur mit der Abänderung, daß man vier Minuten wartet und dann noch einmal mit 10 Minuten Wartezeit. Man hat nun das Ganze seiner Schwere nach in vier Portionen getheilt, nämlich: was durch 2 Zoll Wasser fällt binnen einer Minute, binnen vier Minuten, binnen zehn Minuten und in mehr als zehn Minuten; jedoch Sand und Diatomeen von gleicher Schwere noch beisammen. Um sie zu trennen, gießt man in einem drei bis vier Zoll breiten Becherglase einen Zoll hoch Wasser darauf, rührt um, läßt absetzen und bringt nun das Wasser dadurch in eine wirbelnde Bewegung, daß man das Glas auf den Tisch setzt und damit schnell im Kreise herumfährt. Dadurch werden die Diatomeen, weil sie gewöhnlich dünn und flach sind, emporgerissen, während die compacteren Sandkörner am Boden bleiben. Sind die Diatomeen in Gestalt einer trüben Wolke emporgestiegen, so gießt man schnell, aber vorsichtig das Wasser ab, gießt neues auf den zurückgebliebenen Bodensatz und wiederholt dies Verfahren, so oft man es für nöthig hält.

Dies Sortiren der Diatomeen erleichtert ungemein die mikroskopische Analyse und Janisch gesteht, daß es ihm nur durch vorstehendes Verfahren ermöglicht wurde, in den untersuchten Guanosorten so viele neue Species aufzufinden.

Sind die Diatomeen auf diese Weise vom Sande befreit, so bringt man sie mit destillirtem Wasser, dem man, um Conferven-Bildung zu vermeiden, einige Tropfen Alcohol zusetzt, in kleine Flaschen und numerirt dieselben am Pfropfen. Will man die Gelegenheit benutzen, außer der bloßen Untersuchung dauernde mikroskopische Präparate von diesen Diatomeen anzufertigen, so verfährt man dabei am besten in folgender Weise: Man schüttelt das Fläschchen tüchtig, hebt mit einer dünnen Glasröhre etwas Flüssigkeit heraus, bringt einen Tropfen davon auf ein möglichst dünnes Deckgläschen, vertheilt die Diatomeen gleichmäßig mit einer feinen Nadel, legt das Deckgläschen auf ein Platinblech, dies auf einen Streifen Eisenblech und hält letzteres in die Flamme einer Spirituslampe, bis das Wasser verdunstet ist; alsdann erhitzt man das Deckgläschen auf dem Platinbleche so stark, daß es rothglühend wird. Man bringt nun einen Tropfen Canada-Balsam auf einen Objectträger, deckt das Deckgläschen darüber, erwärmt, bis der Balsam zu kochen anfängt und drückt, nachdem die Bildung neuer Blasen aufgehört, das Deckgläschen mit Nadeln fest auf den Objectträger, wodurch die im Balsam und in den Diatomeen enthaltenen Luftblasen an den Rand des Deckgläschens gehen. Zum Schutze des Deckgläschens klebt man zu beiden Seiten desselben schmale Glasstreifen auf den Objectträger, und das Präparat ist fertig. Da der Guano

lediglich aus Excrementen von Vögeln besteht, so erscheint das Vorkommen so zahlreicher Diatomeenpanzer darin manchem vielleicht unglaublich. Diese event. Zweifler erinnern wir nur an unsere Gänse, Enten, Tauben, wie auch überhaupt an die hühnerartigen Vögel, welche, wie jedermann weiß, begierig Sand fressen, und wir hoffen, sie werden alsdann das Vorhandensein zahlreicher Diatomeenpanzer im Guano begreiflich finden. Wahrscheinlich fressen die Vögel, denen der Guano sein Entstehen verdankt, außer ihrer eigentlichen Nahrung, Erdarten, welche reich an Diatomeenpanzern sind, vielleicht gar blos aus solchen bestehen, und da diese Panzer der auflösenden Wirkung des Magensaftes widerstehen, so müssen sie natürlich wieder entleert werden. In der That stimmen die von Ehrenberg im peruanischen Guano aufgefundenen Diatomeen mit denjenigen vollkommen überein, welche auf den Inseln längs der Küste von Peru in sandthonigen Ablagerungen in großer Menge vorkommen.

Fig. 32.

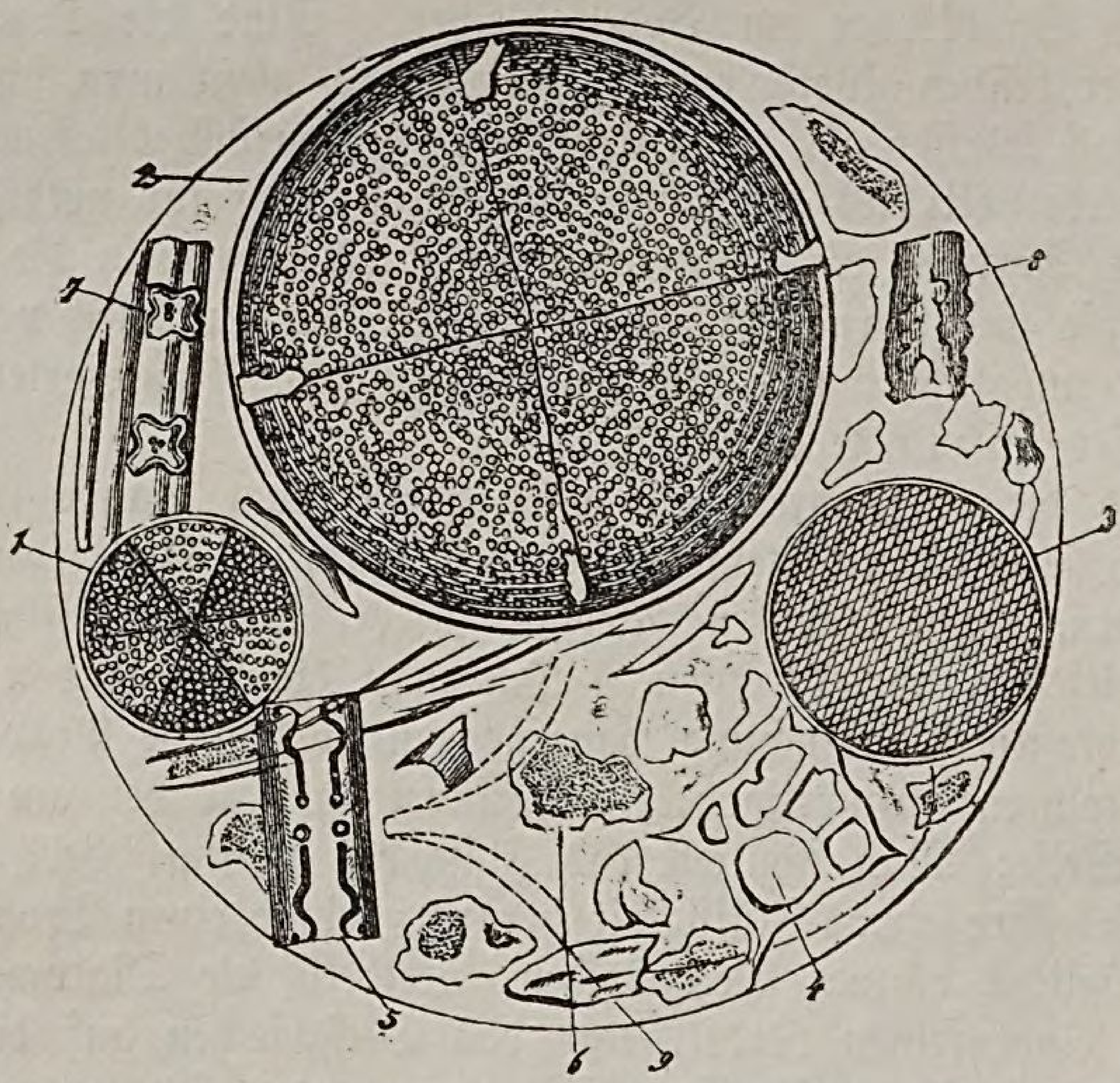


Fig. 32 zeigt (nach Ehrenberg) einige der am häufigsten im peruanischen Guano vorkommenden Formen von Diatomeen. Von den acht verschiedenen Formen gehören die drei runden Scheiben den Gattungen Actinoptychus (1), Aulacodiscus (2) und Coscinodiscus (3) an; der vierzackige Körper (4) ist eine Dictyocha abnormis. Der eigenthümlich gezeichnete, tafelförmige Körper (5) eine Grammatophora oceania, und der stabförmige Körper (7) ist ein Lithostylidium.

(Die Gegenwart dieser Diatomeen unterscheidet echten Guano von falschem.)

II.

Ein Blick in die organische mikroskopische Welt.

Nachdem wir dem Leser geschildert haben, welchen bedeutenden Antheil das mikroskopische Leben an dem Schichtenbaue der Erdrinde genommen, glauben wir sein Interesse in dem Grade rege gemacht zu haben, daß er mit uns den Wunsch theilt, nun zur Beschreibung dieser bisher wohl nach ihrer Wirkung, nicht aber nach ihrem Wesen erkennbaren Gebilde überzugehen, woran sich zugleich eine Schilderung ihrer weiteren Bedeutung in dem großen Haushalte der Natur anschließen wird.

Wir haben bei dieser Beschreibung vorzugsweise dreierlei Klassen von lebenden Geschöpfen in's Auge zu fassen; nämlich: sogenannte Infusions-(Aufguß-)thierchen im weitesten Sinne; dann kleine, sehr einfach gebaute Pflanzen, sogenannte Desmidien, die ihren, von einem griechischen Worte, welches „Band" bedeutet, abgeleiteten Namen dem Umstande verdanken, daß die Individuen von manchen ihrer Arten zu bandartigen Kolonien (Ansiedelungen) vereinigt vorkommen; und endlich Wesen, welche auf der Grenze zwischen dem Pflanzen- und dem Thierreiche stehen und daher seit langer Zeit ein Zankapfel der Naturforscher gewesen und noch heutigen Tages sind, obwohl die Mehrzahl der jetzigen Forscher sie wohl mit Recht zu den Pflanzen zählt. Man nennt sie in der Wissenschaft „Diatomeen," weil sie sich vorzugsweise durch Theilung vermehren; (der Name ist nämlich von einem griechischen Eigenschaftsworte abgeleitet, welches „theilbar" oder „zertheilt" bedeutet;) oder nach ihrer Form Bacillarien, von bacilla, das Stäbchen; Diktyocheen (d. h. netz- oder siebartige Gebilde) 2c.

Vorweg wollen wir zur Aufklärung bemerken, daß man früher alle mikroskopischen Thiere, welche in Flüssigkeiten leben, zu den „Infusorien" rechnete. Die sorgfältige Forschung der Neuzeit hat jedoch dargethan, daß die mikroskopischen Wasserthiere in verschiedene Gruppen gebracht werden müssen: als Amoeben (Wechselthierchen), Rhizopoden (Wurzelfüßler), Infusorien (Aufgußthierchen), Rotatorien (Räderthierchen) 2c. Der Vollständigkeit wegen schicken wir die einfachsten, aber trotzdem zu den auffallendsten Erscheinungen gehörenden Gebilde vorauf. Bringt man einen Tropfen von dem Bodensatz irgend eines stehenden Gewässers unter das Mikroskop, so bemerkt man unter einem Heer von lustig sich bewegenden und verschiedenartig gestalteten Wesen verschiedene Häufchen ganz durchsichtigen Schleimes, der sich dehnt und streckt, wieder zusammenzieht, bald Fäden herausstülpt, um sich besser fortbewegen zu können, bald sie wieder einzieht u. s. w. Diese durchsichtigen Schleimmassen (Gallertschläuche, welche eine körnige Masse

einschließen) sind die am einfachsten gebildeten Thiere, welche eben mit Rücksicht darauf, daß sie fortwährend ihre Form beliebig verändern, Amoeben oder Wechselthierchen heißen. Das schönste Exemplar dieser Gattung ist das in Gräben häufige $\frac{1}{38}$—$\frac{1}{4}$ Linie große Sonnenthierchen, welches mit den um den Leib (eine gallertartige, geschlossene Hohlkugel) stehenden feinen Fäden, die gleichzeitig als Ruder und Fangwerkzeuge dienen, in der That einer „strahlenden Sonne" gleicht. Diese lebendigen Gallertblasen, die in dem Schlamme der süßen Gewässer die Urform des Thieres überhaupt darstellen, weshalb sie auch Urthiere genannt zu werden pflegen, haben noch ein großes Heer von Verwandten, welche den Grund der Meere bewohnen und sich von ersteren nur dadurch unterscheiden, daß ihr Körper in einer Schaale von kohlensaurem Kalke steckt, welche bald kugel- oder perlschnurförmig, bald urfeder- oder schneckenartig geformt ist. Sie heißen Rhizopoden oder Wurzelfüßler. Wegen ihrer Wichtigkeit bei Bildung der Kreide-, Kalk- und Mergelschichten verweilen wir einen Augenblick bei ihnen.

Die Rhizopoden oder Wurzelfüßler führen verschiedene Namen; bald werden sie Foraminiferen, bald Polythalamien genannt. Foraminiferen (wörtlich: Löcherträger) heißen sie deshalb, weil ihre dünne Schale an unzähligen Stellen siebartig durchbohrt ist, aus welchen Oeffnungen sie die zahlreichen, wurzelähnlichen Arme oder Füße, die merkwürdigerweise, zum Knäuel aufgewickelt, ihre betreffenden Oeffnungen wie Stöpsel verschließen, als Bewegungsorgane und Fangwerkzeuge hervorstrecken. Polythalamien (d. h. Vielkammerige) benennt man sie wegen der Fächer, Kammern oder Zellen, in welche die Schale durch Querwände, deren jede mit einer Oeffnung versehen, innerhalb des Gehäuses getheilt ist. In diesen Kammern sitzt das einfache Gallertthier, möglicherweise auch in jeder Zelle ein Thier, so daß die eine Schale eine ganze Colonie in sich birgt. Ihr stetiger Wohnsitz ist der Grund des Meeres (nur wenige leben in süßem Wasser), auf dem sich über den Leichen der alten die neuen Geschlechter zu Myriaden erheben. Sie nähren sich von Infusorien und Bacillarien, die sie mit den Fäden einfangen und in ihrer Leibessubstanz verdauen. Doch in einer Tiefe von 60 Faden, aus der man sie nachträglich heraufgeholt, hätten wir schwerlich Kunde von ihnen erhalten; ein beredteres und näherliegendes, ja handgreifliches Zeugniß hat uns von ihrer Bestimmung, von ihrem stillverborgenen Schaffen in ungeahnten Tiefen sichere Kunde gebracht.

Im Jahre 1720 machte Réaumur der französischen Akademie die Mittheilung, daß in Touraine der Mergel auf eine Strecke von 9 Quadratmeilen eine bedeutende Masse kleiner Muschelschalen enthalte. Dieses Factum stachelte natürlich den Spürgeist der Forscher in hohem Grade an. Bianchi fand in einer Unze Sand aus dem adriatischen Meere 6700 sogenannte „Ammonshörnchen", und Beccari entdeckte, daß einige Hügel bei Boulogne aus ähnlichen Muscheln beständen.

Dies Alles gehörte aber damals noch zur Seltenheit und deshalb zur Merkwürdigkeit; als Kostbarkeiten bewahrte man diese Schälchen, ja, man ließ sie in Gold und Silber fassen und erfreute sich von Zeit zu Zeit mittelst des Mikroskops an ihren bewundernswerth regelmäßigen Formen. Erst unserm Jahrhundert war die wissenschaftliche Beleuchtung dieser Thatsache vorbehalten. Der Franzose d'Orbigny eröffnete den Reigen, indem er 1824 der Akademie der Wissenschaften zu Paris eine Denkschrift über die mikroskopischen Thierklassen der Foraminiferen vorlegte, in Folge deren er sogleich den Auftrag erhielt, Süd-Amerika für das naturhistorische Museum zu bereisen. Darauf erschien Ehrenberg's „Bildung der Kreidefelsen", worin er den wahren Charakter einer Gebirgsformation, welche so große Strecken des Erdballs durchzieht, offenbarte. Alle Kreidegebirge sind demnach weiter nichts als die Grabstätten von Foraminiferen, die in einer früheren Schöpfungsepoche (der Tertiär-Epoche der Erdentwickelung) aus dem nassen Grunde des Oceans emporgehoben wurden. Die gegenwärtige Formation ist als Schluß der jüngeren tertiären Ablagerungen zu betrachten. Als Gegenstück zu Berlin (siehe „Bodenbeschaffenheit") erwähnen wir, daß ganz Paris auf einer großen Kalkplatte erbaut ist, welche zum großen Theile aus den kalkigen Gehäusen der Foraminiferen besteht.

Aber nicht nur ihre Menge ist staunenerregend, sondern auch die Mannigfaltigkeit ihrer Formen, auf Grund deren Verschiedenheit man bis jetzt nahe an 2000 Arten unterschieden hat. Schon Herodot, der älteste von den drei großen Geschichtschreibern der Griechen (484—408 v. Chr.), kannte die Riesen unter dem Zwerggeschlechte der Foraminiferen, nämlich die Schalen der Nummuliten, von welchen man bisher keine lebenden, wohl aber an 50 fossile Arten gefunden hat, aus dem Baumaterial der Pyramiden, dem Nummulitenkalk, aus dem hauptsächlich die Pyrenäen und die in der Nähe des mittelländischen Meeres befindlichen Gebirge Süd-Europa's und Nord-Afrika's bestehen. Er giebt sammt dem alten griechischen Geographen Strabo (geb. im J. 66 v. Chr.) für die Entstehung dieser eigenthümlichen linsenartigen Versteinerungen die Sage an, daß ein Theil der für die Arbeiter an den Pyramiden bestimmten Linsenvorräthe übrig geblieben und versteinert sei.

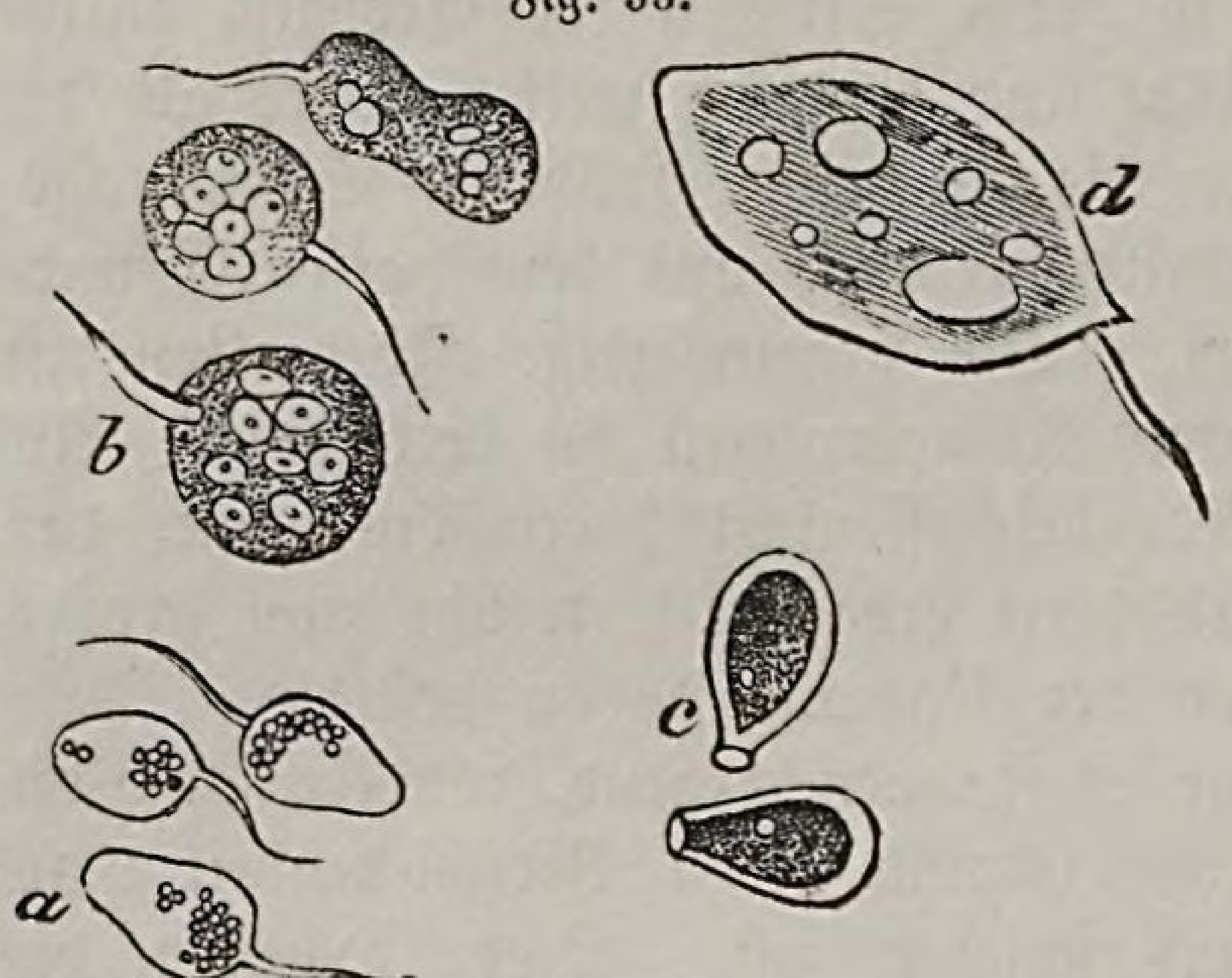
Wir nehmen von diesen durch ihre massenhaften Anhäufungen in ihrer Kleinheit imponirenden Wesen mit dem Hinweis Abschied, daß auch die lebendigste Phantasie nicht im Stande ist, die Masse organischen Lebens zu fassen, welches seine Grabdenkmäler als Baumaterial für das Menschengeschlecht aufgethürmt, wenn man erwägt, daß allein der Kreideüberzug einer Visitenkarte wohl hunderttausend jener Thierhüllen enthält.

Wenden wir uns nun von diesen Gebilden der niedrigsten Stufe animalischen Lebens zu den Geschöpfen, welche der heutige Sprachgebrauch unter „Infusorien" versteht.

Die Infusorien oder Aufgußthierchen, nach **Ehrenberg** auch Magenthiere genannt, sind außerordentlich kleine $^{1}/_{2000}$—1 Linie große, entweder nackte oder mit einem Kieselpanzer von der verschiedensten Form bedeckte, höchst zarte Wasserthierchen, welche das forschende Auge des Holländers **Leeuwenhoek** zu Ende des 17. Jahrhunderts zuerst im Regenwasser entdeckte. Der Däne Otto **Müller** brachte eine äußere Ordnung in sie hinein; aber **Ehrenberg** verschaffte uns erst die wissenschaftliche Einsicht in diese „Welt des Kleinen“.

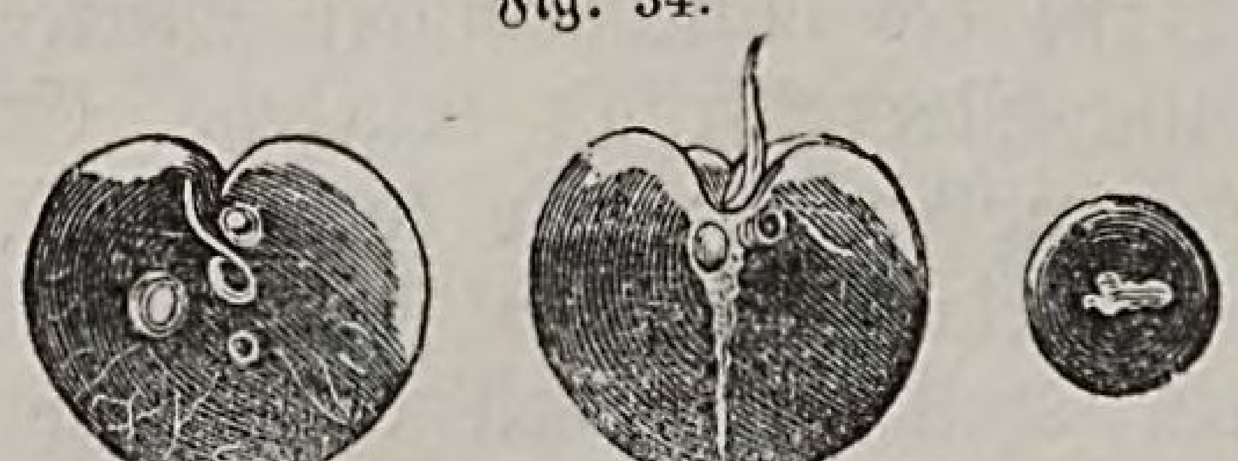
Auch die kleinsten, einfachsten und unscheinbarsten Infusorien kennzeichnen ihr Wesen und ihre Bedeutung in der Thierreihe im Gegensatz zu den Amoeben und Rhizopoden darin, daß sie gewissermaßen als lebendig gewordene Magen erscheinen, die sich selbstständig bewegen und fortpflanzen. Die unvollkommensten und niedrigsten Infusorien sind die Monaden mit gleichfalls durchsichtigem Körper (s. Fig. 33. a) Punktmonade, b) Tropfenmonade, c) Flaschenmonade und d) Schimmerthierchen), deren Ausdehnung etwa zwischen $^{1}/_{2000}$ und $^{1}/_{5}$ Linie variirt. Sie finden sich häufig in Pflanzenaufgüssen, in Regenfässern und in stehenden Gewässern, welche mit zersetzter Pflanzensubstanz vermengt und in Fäulniß begriffen sind.

Fig. 33.



Eine Ausnahme machen nur das Schimmerthierchen (Fig. 33d) und die Leuchtmonade (Fig. 34), welche im Meere leben. Von dieser kleinsten Gattung müßte man demnach 24,000 neben einander legen, um eine Reihe von 1 Zoll Länge zu erhalten und 257 Millionen würden erst den Raum eines Quadratzolles bedecken. Ein einziger Wassertropfen kann von jenen Infusorien, deren Leib bei einer 500fachen Vergrößerung $^{1}/_{4}$ Linie im Durchmesser hält, 100 Millionen bequem beherbergen. Hieraus ergiebt sich, daß diese winzigen Wesen dem bloßen Auge erst dann sichtbar werden, wenn sie zu Millionen neben und über einander liegen. Die Gestalt der übrigen Arten ist höchst mannigfaltig: mehr oder weniger rund, glocken-, scheiben-, kahn-, keil-, stab-, sternförmig u. s. w. Alle Infusorien bewegen sich vorzüglich durch Flimmerhaare, welche ihnen dienen, wie dem Fische die Flossen, aber auch durch haken-, kegel- oder borstenförmige Körperanhänge; einige Arten sind auch

Fig. 34.



auf einfachen oder ästigen Stielen festgewachsen. Mit den Flimmerhaaren um den Mund erregen sie einen Strudel im Wasser zur Herbeiführung der Nahrung. Ihre Bewegungen sind ebenso mannigfaltig und durchs Mikroskop höchst interessant zu beobachten. Bald schießen sie schnell vorwärts, halten plötzlich an und weichen sich aus; bald drehen sie sich im Kreise, wälzen sich oder sind nach allen Seiten geschäftig, verengern und erweitern, verlängern und verkürzen sich und nehmen, wie schon von den Amöben erwähnt, nach Belieben bald diese, bald jene Gestalt an. Vertrocknet der Wassertropfen allmählich, so fliehen sie, wie die Fische in einem abgelassenen Teiche nach der Stelle, wo noch das meiste Wasser ist. Vertrocknet auch der letzte Rest, so liegen sie wie ein Schmutzfleck auf dem Glase, dem aber die geringste Anfeuchtung neues Leben verleiht.

Man kennt bei ihnen fast keine Muskeln, keine Nerven und nur bei einigen (gegen Ehrenbergs Annahme) sehr zweifelhafte Augen. Durch Fütterung mit Carmin, Indigo und Saftgrün entdeckte Ehrenberg in ihrem Innern viele Blasen, welche er für Magenblasen oder Magensäcke hält, daher der Name Magenthiere. Derselbe gründliche Kenner dieser mikroskopischen Geschöpfe, welche schon nach Tausenden von Arten zählen, theilt sämmtliche Infusorien in darmlose und in darmführende Magenthierchen; Erstere sind nur mit einer Oeffnung, Letztere mit zwei durch einen Darm verbundene Oeffnungen begabt. Ihr Leib besteht aus so zartem Stoffe, daß weder Griffel noch Pinsel das feine Gewebe und die zarten Farbennüancen desselben genau wiederzugeben im Stande sind; ja, man könnte den Thierchen in's Herz sehen, wenn sie eins besäßen. Doch was hilft hier alle Beschreibung! Wie schildern wir diesen unaufhörlichen Wechsel, den das staunende Auge erblickt! Wer sich von ihrer Schönheit eine richtige Vorstellung verschaffen will, der muß mit uns einen Blick durchs Mikroskop thun, wobei wir außerdem die Wahrnehmung machen, daß gerade ihre lebendige Beweglichkeit ihnen einen Hauptreiz verleiht. Wir sehen dann im Wassertropfen Wesen sich theilen, wir sehen Geschlechter kommen und gehen, wir sehen Kampf und Versöhnung. Wahrlich ein Schauspiel seltener Art! —

Das Lebenselement der Infusorien ist sowohl Wasser wie auch Luft. Vorzugsweise leben sie aber in stehenden Süßwassern, als: Pfützen, Sümpfen, Gräben, auch in Brunnentrögen u. s. w., sowie in künstlichen Aufgüssen (daher der Name „Aufgußthierchen") überall, wo sich organische Stoffe zersetzen, und zwar oft in solcher Menge, daß nicht nur der grünliche Schleim an Wasserpflanzen Millionen derselben enthält, sondern daß oft auch das ganze Wasser von ihnen roth, grün oder gelblich gefärbt ist. Viele leben im Meere, zu dessen Leuchten an warmen Sommerabenden sie in Verbindung mit den zahllosen Algenarten, wie auch Quallen und Polypen u. s. w. wesentlich beitragen. Das ist ein Schauspiel, von welchem wir uns nach übereinstimmender

Aussage von Augenzeugen keine Vorstellung zu machen vermögen, und welches Seeleuten in früherer Zeit nicht selten Verlegenheit und Furcht bereitet hat. Jetzt haben wir den Schlüssel zu diesen geheimnißvollen Erscheinungen, welche mit Phosphorglanz zu gewissen Zeiten die Wogen des Meeres erleuchten. Der englische Capitain Scoresby schöpfte einst in einem Trinkbecher leuchtendes Seewasser an der Küste von Grönland und fand bei der mikroskopischen Untersuchung eine so erstaunliche Menge von Leuchtmonaden (die kleinsten Infusorien s. Fig. 34), daß er die Gesammtzahl der in dem Becher befindlichen Individuen auf 150 Millionen berechnete. Welche Unzahl muß da bei einer weithin leuchtenden Meeresfläche betheiligt sein! — Diese Phosphorausstrahlung beregter Geschöpfe ist oft so stark, daß man die Ruder, so oft sie aus dem Wasser hervorkommen, mit Feuer überzogen sieht: jeder niederfallende Tropfen blitzt bald mit Diamantenglanz, bald funkelt er mit dem goldigen Scheine unserer Leuchtkäfer. Der Schiffskiel läßt auf seinem Wege große feurige Streifen zurück, als ob er ein feuerflüssiges Metall durchfurchte. Der prachtvollste Effect bietet sich aber wohl dann dar, wenn die Oberfläche des Meeres auf morgengroße Flächen hin ganz uud gar Licht ist, und die durchfurchten Wellen sich zu feurigen Garben brechen, ein Schauspiel, welches freilich zu den selteneren gehört.

In Bezug auf den Aufenthaltsort der Infusorien sei hier noch hinzugefügt, daß Ehrenberg einzelne im Magenschleime der Regenwürmer, Salamander und sogar in Infusorien selbst aufgefunden hat. Ja, wir dürfen dem freundlichen Leser auch nicht verschweigen, daß man sie in neuester Zeit im Innern vieler höher organisirten Thiere, ja selbst des Menschen angetroffen hat. So findet sich in hohlen Zähnen, desgleichen in dem sogenannten „Weinstein" der Zähne immer eine Menge mikroskopischer Thierchen und Pflänzchen (Pilze und Algen), welche sich von den bei dem Stocken der Zähne entstehenden Produkten ernähren. Verschieden davon sind die sogenannten Zahnthierchen oder Zahnvibrionen; dieselben bestehen blos aus einem länglichen, hohlen Schlauch, an dem sich eine Mundöffnung befindet, mittelst welcher sich die Thierchen fest ansaugen. Sie leben gesellig und bilden, oft traubenartig an einanderhängend, kleine Klümpchen in den hohlen Zähnen, im Weinstein und im Schleimüberzug der Zähne.

Wem der Gedanke, seinen Mund zur Kaserne für diese Liliputer hergerichtet zu sehen, widerwärtig sein sollte, dem ist nur der Rath zu ertheilen, sich den Weinstein von einem Zahnarzte abfeilen zu lassen und sich sodann den Mund täglich mit Seifenwasser auszuspülen und die Zähne mit Kohlenpulver zu putzen. Das Seifenwasser tödtet nämlich die Zahnthierchen fast augenblicklich, und die Kohle reinigt die Zähne vollständig. Letztere Thierchen haben eine Länge von etwa $^1/_{300}$ Linie und sind bei einer 100fachen Vergrößerung schon deutlich sichtbar.

Kehren wir jedoch nach dieser beiläufigen Excursion zum Aufenthaltsorte der Infusorien in der Natur zurück!

Man darf behaupten, daß sie unter allen Thieren am weitesten, nämlich über alle Zonen verbreitet sind. Man fand sie im Eise des Süd- und Nordpolarmeeres, an den Küsten und auf hoher See; 1620 Fuß tief im Meere, 1106 Fuß tief in den Freiberger Gruben und 9000 Fuß hoch auf den Gebirgen in Mexico und in der Schweiz, woselbst sie zur Entstehung des in den Hochalpen ziemlich häufig unter dem Namen des „rothen Schnees" bekannten Phänomen beitragen, von welchem Verfasser zum ersten Male beim Uebergange über den Albula-Paß in Graubünden überrascht wurde. Das Hauptcontingent zu dieser in der That überraschenden Erscheinung, (man gewahrt auf der Oberfläche der Schneefelder blutrothe Flecken und Streifen von großer Ausdehnung) liefert indeß nach Billionen von Individuen eine einzellige Alge (Protococcus oder Haematococcus nivalis), welche unter dem Mikroskop als blutrothes Kügelchen erscheint. Manche ertragen fast die Hitze des siedenden Wassers, sowie eine Kälte von 18°. Die frühere Annahme, daß alle Infusorien durch Urzeugung, d. h. ohne Entwickelung aus Eiern oder Samen entständen, hat durch Ehrenbergs Untersuchungen viel von ihrer früheren Wahrscheinlichkeit verloren.

Seit Aristoteles Zeiten, welcher sogar die Zeugung der Aale aus verfaultem Moder annahm, hatte sich nämlich der Glaube erhalten, daß die niedrigsten Organismen, namentlich die auf faulenden Stoffen lebenden, durch die Fäulniß selbst entständen. Die gewöhnlichste Art der Vermehrung geschieht wie bei den anderen Meerthieren, Medusen und Polypen u. s. w. durch Selbsttheilung, sowohl der Länge als auch der Quere nach, seltener durch Knospen- oder Sprossenbildung, wobei ein Thierchen aus dem andern heraus wächst. Neben dieser Vermehrung durch Theilung (der Mutterkörper theilt sich in mehrere Stücke, welche ihre Organe nach und nach vollständig ausbilden und sich dann gänzlich trennen) hat Ehrenberg indeß bei Infusorien von $1/2000$ Linie Durchmesser auch die Entwickelung aus Eiern beobachtet und nachgewiesen. Auf Grund dieser Beobachtung behauptet er nun, daß die Eier derselben überall in der Luft umherschwimmen und von da aus in die Aufgüsse und stehenden Gewässer gelangen, woselbst sie sich weiter entwickeln. Für diese Behauptung findet er auch in Humboldt gewissermaßen einen Gewährsmann. Dessen Beobachtung (Kosmos I., S. 373) spricht nämlich ebenfalls dafür, daß Infusorien von Wasserdämpfen passiv gehoben und schwebend gehalten würden, weshalb denn Ehrenberg auch in dem nebligen, die Luft trübenden Staubregen, welchem Seefahrer in der Nähe der capverdischen Inseln (Afrika) 280 Seemeilen von der Küste entfernt, oft ausgesetzt sind, Reste von 30 verschiedenen Infusorien fand. Ist durch diese, so zu sagen in die geheimsten Schlupfwinkel der Schöpfung eindringenden, scharfen Beobachtungen der Glaube an die Theorie der Urzeugung sehr schwankend gemacht

worden, so kann doch die Möglichkeit nicht geleugnet werden, daß Gott der Natur auch die Kraft verliehen habe, einen neuen, nicht schon im Keim vorhandenen organischen Körper zu bilden, um so mehr, da wir außerdem ja auch die Entstehung mancher Pflanzen und Thiere auf gewöhnlichem Wege noch immer nicht nachzuweisen vermögen. Freilich das „Wie" hier erfragen, hieße die Allmacht des Schöpfers ergründen wollen.

Wie entsteht z. B. die Läusesuchtslaus, die notorisch nur bei Kranken mit verdorbenen Säften sich erzeugt und gesunde Menschen gar nicht angreift? (Der durch diese Thiere erzeugten Krankheit erlagen bekanntlich Herodes, Sulla, König Philipp II. von Spanien und der deutsche Kaiser Max). Wie entsteht der Schimmel in der geschlossenen Brusthöhle einiger Vögel, wie in völlig geschlossenen Wallnüssen? Das sind Probleme, zu deren Lösung uns der Schlüssel noch fehlt! — Da nun diese kleinen Geschöpfe mit so reichlichen Fortpflanzungsmitteln (Theilung, Knospenbildung, Entwickelung aus dem Ei) begabt sind, so darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn die Vermehrung dieser Welt von Zwergen an's Unendliche grenzt, so daß ein einziges Pantoffelthierchen, wegen seines häufigen Vorkommens auf Heu auch Heuthierchen genannt, (Colpoda cucullus $1/24$ Linie lang, s. Fig. 35*) III) in etwa

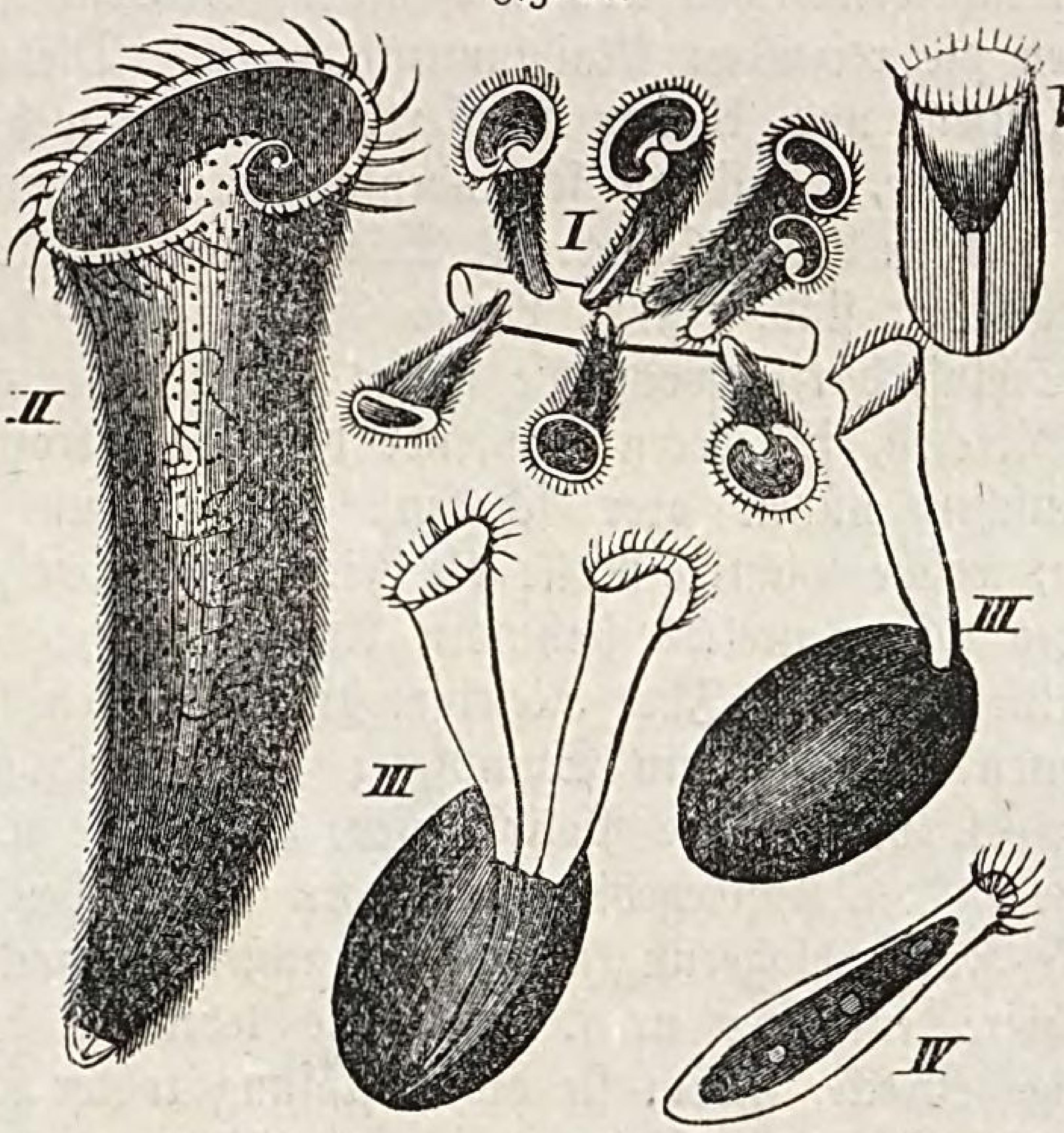
Fig. 35.



*) I. Schwanenthierchen, $1/3$ Linie lang } häufig in Gräben.
II. Verwandte Art des Schwanenthierchens, $1/6$''' lg. } häufig in Gräben.
III. Busen- oder Heuthierchen, häufig im Wasser, worin Heu gelegen und gefault hat.
IV. Rachenthierchen, am Rücken mit Kieselschalen gepanzert.

7 Tagen bis zu 1 Million, daß sich eine Gallionelle, sowie ein Stabthierchen in 48 Stunden zu 8 Millionen und in 4 Tagen sogar bis zu 140 Billionen vermehren und durch seine Panzer dann 2 Kubikfuß Erde bilden kann, da doch erst 41,000 Millionen derselben einen Kubikzoll des schon erwähnten Biliner Polirschiefers bilden. Eine sehr zierliche Gestaltung lassen auch die Glockenthierchen erkennen, von denen Fig. 36 uns eine Abbildung zeigt. Sie werden sehr häufig an den

Fig. 36.



Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen, an welche sie, wenigstens in der Jugend, gleich Polypen angeheftet sind, gefunden. Wenn die an der Mundöffnung befindlichen Fangwimpern in zitternder Bewegung begriffen sind, so erscheinen sie unter dem Mikroskope nicht selten im Glanz der Regenbogenfarben. Nr. I. ist eine Colonie des Trompeterthierchens. Nr. II. ist ein einzelnes, bedeutend vergrößertes Exemplar davon. Die durchschnittliche Länge der Trompeterthierchen beträgt $1/3$ Linie; sie sind schwarz, braun oder blutroth gefärbt und treten oft in so ungeheurer Menge auf, daß die Torfmoore davon schwarz und die Stengel von Wasserpflanzen roth gefärbt erscheinen. Nr. III. stellt zwei Exemplare des Scheidethierchens dar, von denen das eine in der Theilung begriffen ist. Jeder Theil verwandelt sich in ein neues Individuum. Die Scheidethierchen leben in fließenden Gewässern und

V. Pantoffelthierchen, weißlich, $1/12'''$ lg., in allen Pflanzenaufgüssen häufig.

VI. Hechelthierchen, $1/8'''$ lg., farblos, sehr häufig in stehenden Gewässern; pflegt ruckweise umherzuschwimmen.

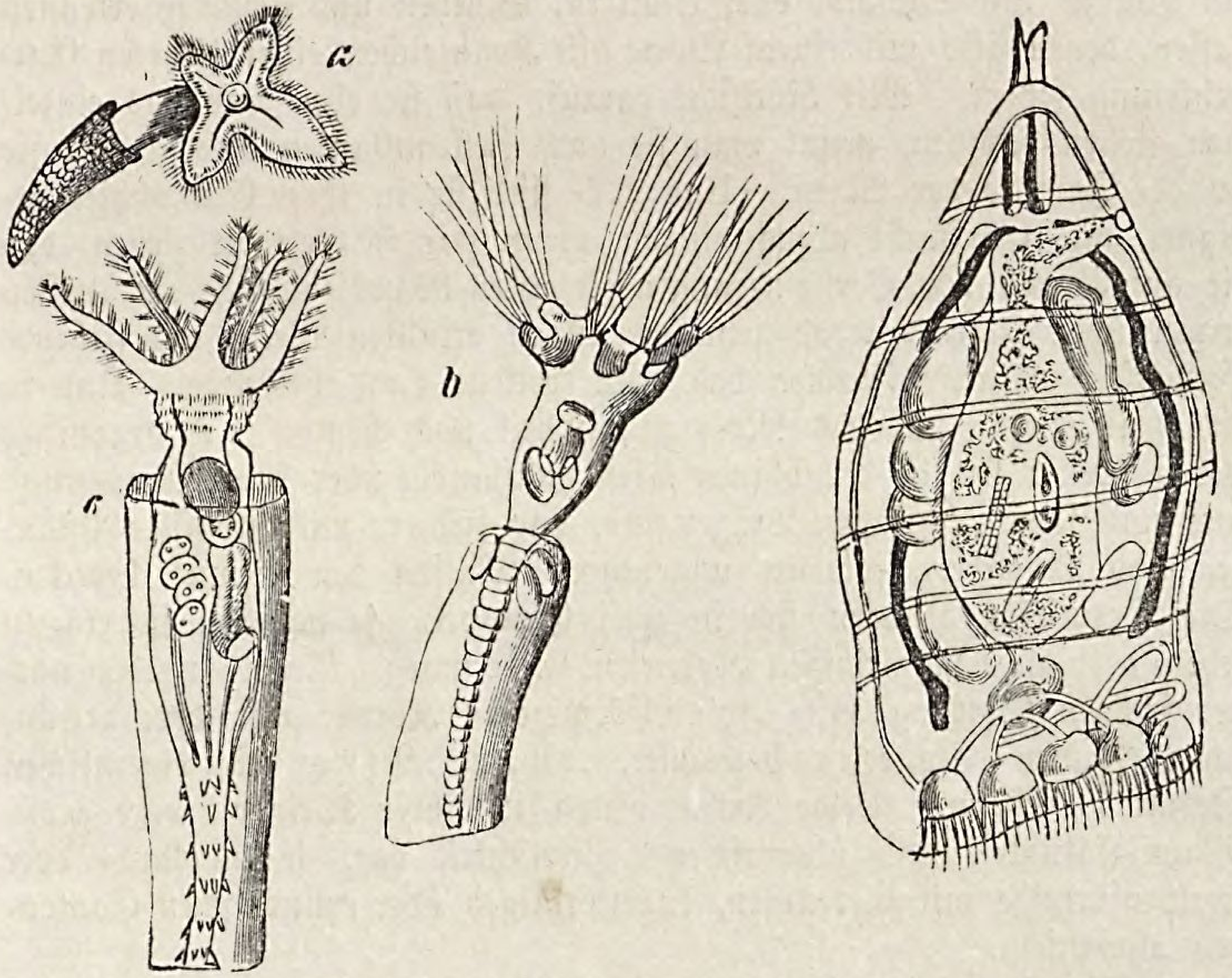
werden $1/_{22}$ Linie lang. Ihr ockergelber Panzer aus Kieselerde ist undurchsichtig. Nr. IV. stellt ein Individuum des grünlichen, oft in großer Menge in Form von gallertartigen Kugeln an Wasserpflanzen angehefteten Trichterthierchens dar, welches $1/_{40}$—$1/_{10}$ Linie lang wird und keinen Panzer besitzt. Nr. V. endlich ist eine Abbildung des Schellenthierchens, in stehenden Gewässern lebend. Das Gehäuse dieses $1/_{20}$ Linie langen Geschöpfes ist von wasserheller Farbe. Als vollkommenste Bildung in der Familie der polypenartigen Infusorien, zu denen außer dem Trompeterthierchen noch verschiedene Glockenthierchen gehören, sind entschieden die reizenden Maiblumenthierchen. Diese leben gesellig auf Wasserpflanzen und kleinen Wasserthieren, an welche sie mittelst überaus zarter Stiele, die sie in schraubenförmiger Windung einzuziehen und mit der größten Lebhaftigkeit und Schnelligkeit wieder auszustrecken vermögen, angeheftet sind. Ihre Länge beträgt nur $1/_{48}$—$1/_{24}$ Linie.

Zum Schluß dürfte wohl die Frage berechtigt erscheinen: „Ob wohl diese Thierchen, für deren Tausende der Wassertropfen eine Welt ist, dem Menschen nützen oder schaden?" Sie thun Beides. Wir haben gesehen, welche wichtige Rolle die Leichen der kieselpanzerigen, an der Grenze des Pflanzenreichs stehenden Arten im Haushalte der vorweltlichen Natur spielten. Ihre Kieselpanzer bilden den Raseneisenstein oder sogenannten Ortstein, ein Sumpferz; die Kieselguhr, das Bergmehl, den Tripel, verschiedene Polirschiefer, Halbopale u. s. w. Auch die Feuersteine in den Kreidegebirgen bestehen aus solchen Kieselpanzern, wie auch viele Kreideablagerungen, welche außerdem noch viele niedere Meer-Weichthiere enthalten u. s. w. Die lebenden befördern nicht minder wichtige Zwecke, indem sie die Auflösung todter Körper und die Bildung neuen Lebens befördern, dabei dienen sie selbst vielen Thieren zur Nahrung; neuerdings brennt man auch in Berlin, Wismar und in einzelnen Orten Thüringens aus einem tuffartigen, aus Infusorienpanzern bestehenden Thone sehr leichte, auf dem Wasser schwimmende Ziegel. Sie schaden indeß auch, indem sie sich in nutzbare Stoffe, sobald diese in Fäulniß gerathen, einnisten und den Zersetzungsproceß beschleunigen. Auch finden sie sich ein, wo bei einer Verwundung Fäulniß des Fleisches oder Eiterbildung entsteht. Ja, sie haben vermöge ihrer schnellen Vermehrung auch schon in größerem Maßstabe Schaden angerichtet, indem sie manche Häfen verschlammt haben, z. B. Pillau, Cuxhaven, Wismar u. a.

Lange Zeit rechnete man zu den Infusorien auch die Räderthierchen; sie haben aber nach neueren Forschungen nichts mit einander gemein, als die Kleinheit, denn die Länge der Räderthierchen übersteigt nie eine Linie. Ehrenberg rechnet sie vermöge ihrer höheren Organisation (— sie haben einen einfachen Magen und ein unvollkommenes Nerven- und Gefäßsystem; manche haben auch 1—4 Augenpunkte im Nacken, und alle pflanzen sich nur durch Eier fort —) nicht zu der untersten Klasse des Thierreiches, sondern stellt sie hinter die Eingeweidewürmer.

Ihr Hauptcharacter besteht in einem einstülpbaren, aus Wimpern bestehenden Räderorgane, welches am Vorderrande des Körpers liegt und ihnen theils als Bewegungs-, theils als Ernährungsorgan dient, insofern sie mittelst desselben im Wasser einen Strudel erregen können, welcher ihnen Nahrung zuführt. (S. Fig. 37.*) Die gemeinen Räder-

Fig. 37.



thierchen haben eine röthliche Farbe und finden sich das ganze Jahr hindurch, selbst im Winter, in Regenpfützen, welche einige Tage gestanden haben. Ehrenberg, der sein ganzes Leben dem alleinigen Studium der mikroskopischen Geschöpfe gewidmet hat, und dem wir daher auch unsre gegenwärtige Kenntniß der Räderthiere zu verdanken haben, kannte im Jahre 1839 schon 169 verschiedene Arten. Was ihre fabelhafte Vermehrung anbetrifft, so legt jedes Individuum täglich 2—4 Eier und vermehrt sich in etwa 20 Tagen auf eine Million und in 24 Tagen auf ca. 16 Millionen.

Wegen der außerordentlichen Kleinheit der Eier und der Eigenschaft, in der Luft lebensfähig zu bleiben, können fortwährend durch Bewegung und Verdunstung des Wassers unzählige Eier in der Luft umherschwimmen und sich leicht entwickeln, sobald sie in reines Wasser

*) a) Röhrenrädchen (1/3''' lang); b) Blumenrädchen; c) Kronenrädchen; d) Krystallthierchen (1/6''' lang).

oder Aufgüsse gerathen, welche dann sehr bald bei rascher Vermehrung der Thierchen reichlich bevölkert werden.

Werfen wir nun einen kurzen Blick auf die zweite Gruppe, die „Desmidien."

Sie gehören zu den kleinsten, dem bloßen Auge kaum sichtbaren Pflanzengebilden und sind zugleich die ureinfachsten Organismen, nur aus lauter gleichen Zellen zusammengesetzt, die nirgend einen Unterschied an Wurzel und Stamm, oder Blättern, Blüthen und Früchten erkennen lassen, denen also mit einem Worte alle Kennzeichen einer höheren Entwickelung fehlen. Mit Rücksicht darauf, daß sie eben nur aus einzelnen Zellen bestehen, nennt man sie auch Zellenpflanzen und rechnet sie zu der Familie der Algen. Und doch sind sie in ihrer Einfachheit geeignet, uns Ehrfurcht abzugewinnen, wenn wir in Betracht ziehen, daß sie auf Grund von Versteinerungen die ersten Repräsentanten der ältesten urweltlichen Flora bilden; denn die Algen erfüllten Meere und stehende Gewässer, während Flechten das erste trockene Land bedeckten. Und so ist es in Bezug auf das Meer zum Theil noch heute: das organische Leben breitet sich in der blauen Tiefe vollständig über den Meeresgrund aus und seine wichtigsten Träger sind, wie früher, mikroskopische Pflanzen und Thierchen, die in ungeheuren Massen den Grund bedecken. Die Desmidien gliedern sich in zwei Gruppen, je nachdem sie einzeln leben oder in bandförmigen Kolonien vorkommen. Erstere werden nach der schönen Gattung mit „spindelförmigem" Körper mit dem griechischen Namen Closterien bezeichnet, während Letztere die eigentlichen Desmidien bilden. Beide Arten bieten in ihrer Kleinheit eine große Mannigfaltigkeit und überraschende Zierlichkeit dar, indem laub- oder scheibenförmige mit viereckigen, kugelförmigen oder cylindrischen Contouren abwechseln.

Die Desmidienzelle entbehrt des schützenden Kieselpanzers und ist nur mit einer höchst zarten, gallertartig weichen Wand umgeben, welche aus einer durchsichtigen Pflanzensubstanz gebildet wird und daher wohl niemals einen Sommer überdauern kann. Dennoch hat Ehrenberg versteinerte, also aus der Vorwelt stammende Desmidienzellen in manchen Gesteinen, z. B. im Feuerstein gefunden.

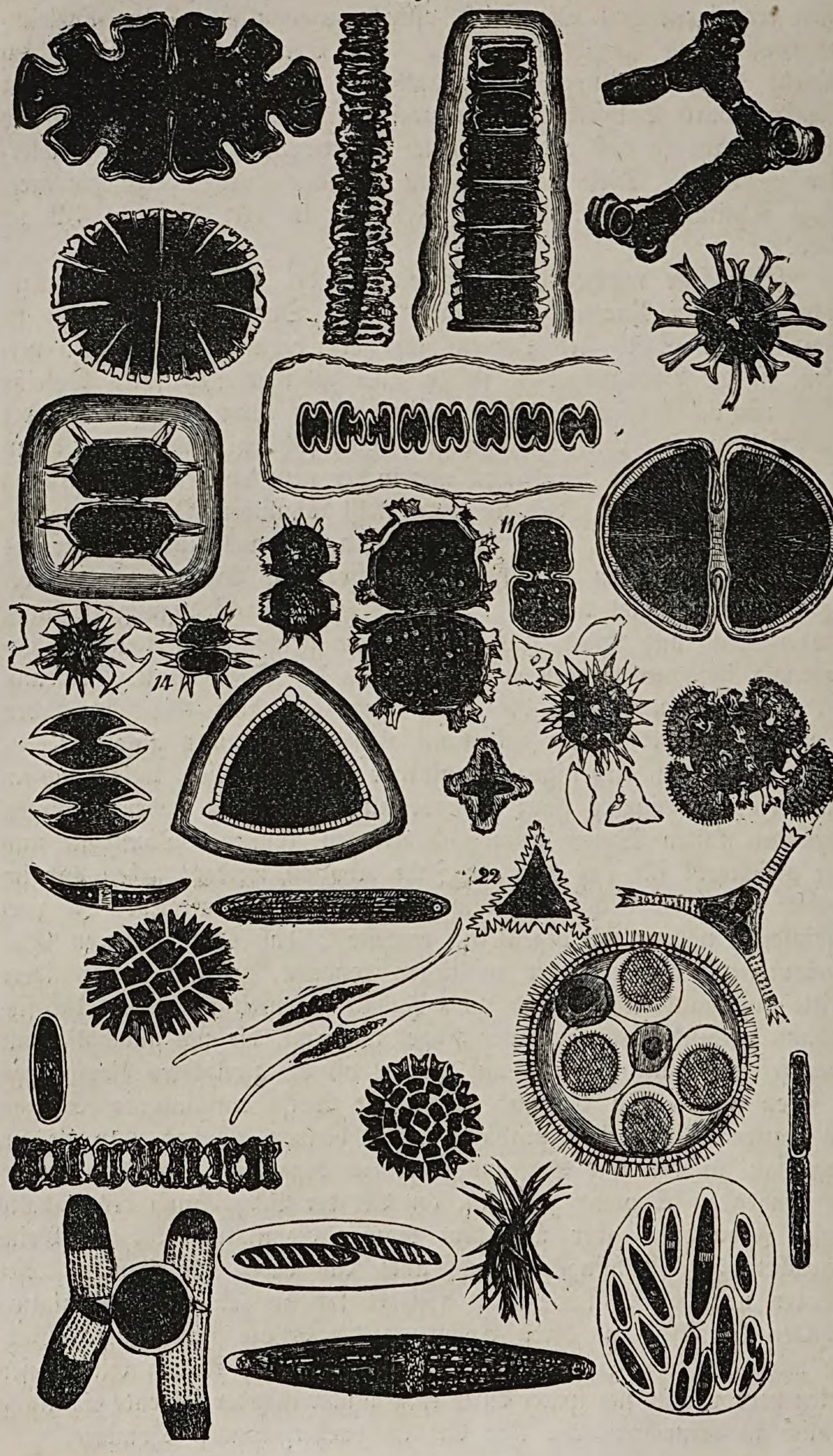
Weil sich im Schleim der lebenden Desmidienzelle ein verschiedenartig geformter Chlorophyll-(Blattgrün-)Körper befindet, so besitzen die Desmidien immer eine sehr schöne grüne Farbe. Außer dem Pflanzengrün lassen sie regelmäßig zwei Stärkekörnchen erkennen. Gewöhnlich besteht die Zelle aus zwei gleichgestalteten Hälften, welche in den meisten Fällen durch zwei tiefe Einschnitte getrennt sind. Diese Hälften der Zellen erscheinen nun in der verschiedenartigsten Weise, doch stets symmetrisch ausgebildet; bald sind sie kegel-, spindel-, kahn-, schild- und fächerförmig, bald erscheinen sie hörnerartig gebogen, oder als mehr eckige Platten oder wieder als strahlige Sterne ausgebildet, so daß sie in Bezug auf Mannigfaltigkeit, Seltsamkeit und Eleganz der Form

unter den mikroskopischen Wassergewächsen unübertroffen dastehen. Die Zellen der eigentlichen Desmidien pflegen gewöhnlich in eine Schleim- oder Gallerthülle eingebettet zu sein. Die Vermehrung der Desmidien geschieht durch Theilung. Innerhalb der Zelle zerfällt nämlich der Zellenkern durch Selbsttheilung in zwei Kerne und um jeden häuft sich Zellenhaut an, so daß nun aus einer Mutterzelle zwei junge Tochterzellen entstehen. Diese beiden Zellen zerfallen durch fortgesetzte freiwillige Theilung in 4, diese in 8, diese in 16, diese in 32 rc. Zellen.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung bei diesen jungen Zellen, welche auch den Namen „Keimkorn" oder „Spore" führen, weil sie gleichzeitig die Stelle des Samens der höher organisirten Pflanzen vertreten, ist die Bewegung, die sie zu einer gewissen Zeit ihres Daseins haben, nämlich derjenigen, die unmittelbar auf ihren Austritt aus der Mutterzelle folgt. Diese Bewegungen lassen sich vollkommen mit denen der Infusionsthierchen vergleichen und in der neuesten Zeit hat Thuret in Cherbourg entdeckt, daß sie vermittelst ähnlicher Organe: zarter, schwingender Wimpern, d. h. kleiner Fäden, die aus einem Theile des Körpers hervorkommen und sich im Wasser nach Art der Flossen bewegen, hervorgebracht werden. Diese Fähigkeit der Bewegung ist indeß vorübergehend und findet, was eine weitere gleichfalls merkwürdige Beobachtung ist, nur in den ersten Stunden des Tages statt. Sodann hört die Bewegung auf, die Spore geht aus dem thierischen Leben in das Pflanzenleben über und kann alsdann zu keimen anfangen.

Die zarten, einzelligen Algenkörper der Desmidien, welche sich im Laufe eines Sommers ganz außerordentlich vermehrt haben, würden indeß den kalten Winter unmöglich ertragen können. Damit sie nun aber gleichwohl für das folgende Jahr erhalten werden, sehen wir im Herbste folgenden höchst eigenthümlichen Vorgang eintreten. Je zwei Individuen nähern sich gegenseitig dergestalt, daß ihre mittleren Einschnürungen neben einander zu liegen kommen, worauf sie in ihrer Mitte auseinanderklaffen und ihren Inhalt gegenseitig ergießen, der sich alsdann verbindet und zu einer Kugel umformt, die sich allmählig mit einer festeren Haut umgiebt, auf welcher oft die zierlichsten Vorsprünge zu sehen sind. Da die auf geschilderte Weise entstandenen Sporen den ganzen Winter über unthätig liegen bleiben, so hat man sie im Gegensatz zu den mit Bewegungsorganen begabten „Schwärmsporen" die „ruhenden Sporen" genannt, den Act der Vereinigung des Inhalts zweier Individuen aber mit dem Namen Copulation belegt. Beim Erwachen des Frühlings erwacht auch das Leben im Innern dieser Sporen und der flüssige Inhalt sondert sich zu zahlreichen Miniaturgebilden der Art, aus deren Copultion die Spore hervorging. Endlich wird die feste Sporenhülle gesprengt und die kleinen Einzelwesen treten hervor, um sich später durch rasch hintereinander folgende Theilung ähnlich zu vermehren, wie ihre Art im vorhergehenden Sommer.

Fig. 38.



Die Monate April und Mai sind die eigentliche Vermehrungsepoche der Desmidien. Die grünliche Färbung, welche das Wasser vieler Teiche und Gräben um diese Zeit anzunehmen pflegt, dürfte in den meisten Fällen auf der Entwickelung von Desmidien beruhen, welche eben durch fortgesetzte Theilung aus den Tausenden von Individuen entstehen, die durch die im Schlamme jener Gewässer ruhenden Sporen von brauner oder olivengrüner Farbe erzeugt werden.

Fig. 38 liefert uns in seltener Fülle den Reichthum der Formen verschiedener Desmidiengattungen; einzelne Bilder veranschaulichen auch die „Theilung", die „Copulation" und die „Sporenbildung". Wegen der Reichhaltigkeit der Fig. 38, die uns nebst verschiedenen anderen von O. Spamer's Verlag in Leipzig aus dem verdienstlichen Werke des Dr. Willkomm: „Die Wunder des Mikroskops" gütigst überlassen worden ist, halten wir es für angemessen, eine kurze Erklärung der einzelnen Exemplare zu geben: Nr. 1. Länglicher Schönstern. Nr. 2. Radförmiger Zwergstern. Nr. 3 ist eine Kolonie des auf dem Durchschnitt (No. 16) vierkantigen Desmidium quadrangulatum. Nr. 4. Kolonie einer schottischen Art der Doppelsägedesmidie. Nr. 5. Stück von einer netzförmigen Kolonie einer anderen Art derselben Gattung. Nr. 7. Kolonie der wirtelförmigen Kugelgürtelalge. Nr. 6, 8, 9, 10, 13. 14. 17 und 19 stellen Individuen verschiedener Arten der Gattung Xanthidium dar, darunter 13 und 17 nach vollzogener Copulation und vollbrachter Sporenbildung. Nr. 11 und 12 sind verschiedene Entwickelungsstufen einer Schmuckdesmidie. Nr. 15 stellt die eine Hälfte einer Art der seltsamen Kreuzsterndesmidie dar, welche ihren Beinamen, die „schwellende", deshalb erhalten hat, weil die innere Haut ihrer Zellenwand in Form einer schwellenden Blase zwischen den beiden grün gefärbten und dreieckig gestalteten Hälften hervortritt. Nr. 18 veranschaulicht die durch Kopulation zweier Individuen derselben Art entstandene Spore, welche mit merkwürdigen ästigen Strahlen besetzt ist. Nr. 20, 25, 31 und 35 sind verschiedene Arten der Spindeldesmidie. Nr. 22, 23 und 32 verschiedene Ansichten des stachligen Kreuzsterns. Nr. 21 und 27 sind Arten der Spulendesmidie, von deren Individuen man in No. 30 eine büschelförmige Anhäufung in schwächerer Vergrößerung dargestellt sieht. Nr. 28 stellt eine Kolonie von Heptagonum desmidium vor. Nr. 33 bringt zwei in der Kopulation begriffene Individuen einer Bälkchendesmidie. Nr. 34 endlich zwei in einer Gallerthülle eingebettete Exemplare einer Spirotaenia.

Nr. 24, 26 und 29 sind keine Desmidien, sondern andere mikroskopische Algen; 24 und 29 sind Arten der Gattung Plattstern und 26 ist eine Art Volvox, d. h. „die Rollende."

Die dritte Gruppe dieser mikroskopischen Geschöpfe bilden die auf der Grenze des Thier- und Pflanzenreiches stehenden Diatomeen. Die Diatomeen, auch Bacillarien, d. h. Stabthierchen, oder Diktyocheen (netz- oder siebartige Gebilde) genannt, sind gleichfalls außerordentlich

kleine Geschöpfe, indem bei vielen derselben der Durchmesser blos 1/300 Linie beträgt. Anhäufungen von Millionen erscheinen dem bloßen Auge erst wie ein kleines Häufchen ganz feinen, mehlartigen Staubes von graulich-weißer Farbe. Und dennoch bietet ein einfaches Häufchen solch unscheinbaren Staubes eine wunderbare Mannigfaltigkeit und Schönheit der Formen. Die Diatomeen sind gleichfalls eine Algenart und leben daher fast sämmtlich frei im Wasser, theils im Süßwasser, theils im Meere. (Die fädigen Algen gehören vorzugsweise den süßen Gewässern, die flächenförmigen und namentlich die einen Zellenkörper bildenden dagegen vorwiegend dem Meere an.)

Oft sitzen sie aber auch als Schmarotzer auf anderen Wasserpflanzen. Bald sind sie ferner in eine meist braune Gallerte eingebettet, welche in diesem Falle feuchte Steine zu überziehen pflegt, bald fluthen sie als dunkelbraune Flocken an Reisern und Wurzeln und werden dann oft von dem flüchtigen Beobachter für schmutzigen Schlamm gehalten. In den seltensten Fällen leben die einzelnen Arten massenweise bei einander, sondern man findet häufig zum großen Verdruß der Sammler die verschiedensten Arten im buntesten Gemisch unter einander.

Aber auch eine mäßig feuchte Erde genügt, Millionen dieser Geschöpfe das ihrem Leben erforderliche Wasser zu spenden. Sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den Desmidien, daß sie mit einem Kieselpanzer begabt sind, welcher aus zwei Schalenhälften besteht, die durch Cellulose, d. h. pflanzlichen Zellstoff, aneinander gekittet sind. Die Kieselschalen widerstehen nach dem Tode des Geschöpfes der Verwesung und helfen die schon bei den Infusorien erwähnten großen Lager bilden. Die Diatomeen zerfallen auch in zwei Gruppen, nämlich in solche, welche einzeln leben, (die eigentlichen Diatomeen von länglicher oder spindelförmiger Gestalt) und in solche, welche zu stab-, band- oder fächerförmigen Kolonien vereinigt gefunden werden. (Dictyocheen und Bacillarien.)

An Ersteren, welche unter dem Namen „Schiffchenalge" (Pleurosigma angulatum) Probeobjekte für das höchste optische Leistungsvermögen eines Mikroskops abgeben, kann man das allen Diatomeen eigene Bewegungsvermögen am besten beobachten. Sie schwimmen bald langsam, bald sehr schnell im Wasser umher, weichen einander geschickt aus, kurz, zeigen eine scheinbar echt thierische Bewegung. Ehrenberg rechnet alle Diatomeen zu den Infusorien, dagegen Kützing, der auch zu den gründlichsten Kennern der mikroskopischen Geschöpfe gehört, und andere neuere Forscher rechnen sie zu den Pflanzen. Da sich eine innere thierische Organisation mit Sicherheit nicht wahrnehmen läßt, die innere von dem Kieselpanzer eingeschlossene, zarthäutige Blase dagegen vielmehr einer Pflanzenzelle entspricht, denn sie enthält einen sogenannten Zellenkern, nach Max Schulze auch Chlorophyll (Pflanzengrün) und zwar nicht in Körnerform, sondern beispielsweise bei Pleurosigma angulatum in Form gewundener Bänder, so dürfte sich die Pflanzennatur hierdurch

wohl documentiren, wenn nach des Verfassers Ansicht nicht schon der Umstand geeignet wäre, den Streit zwischen Zoologen und Botanikern zu schlichten, daß die Bildung der Kieselschalen analog ist der Bildung pflanzlicher Rinden. In diesen findet man nämlich größtentheils Kiesel, z. B. im Stroh, im Schilf, im Schachtelhalm, im Bambusrohr ꝛc., im Rohr geht es so weit, daß er Stahl angreift, indem nämlich ein scharfes Messer, selbst bei einem Schnitte durch unser Schilfrohr, seine Schneide umlegt. Dagegen weisen die Bekleidungen der Schalthiere fast nur Kalk nach, welcher eine solche Wirkung nicht ausübt. Doch das nur beiläufig!

Die Fortpflanzung oder Vermehrung der Diatomeen geschieht vorzugsweise wie bei den Desmidien und Infusorien durch Theilung des Körpers, wie bei den Pflanzen durch Ableger, und zwar in der bekannten potenzirten Weise. Aus einem Körperchen werden plötzlich zwei, aus jedem derselben bald nachher wieder zwei u. s. f. Sorgfältige Beobachtung hat gelehrt, daß ein solches Geschöpf unter dem Mikroskop wächst und sich in einer Weise vervielfältigt, daß unter günstigen Umständen eine Diatomee binnen 48 Stunden eine Million und binnen 4 Tagen 150 Billionen Individuen bilden kann, denn schon bei der zwanzigsten Theilung beträgt die Nachkommenschaft eines einzigen Individuums über eine halbe Million. Nur so ist es erklärlich, daß die auf einander folgenden Generationen im Grunde der Flüsse, Seen und Meere unaufhörlich anwachsende Schichten bilden und ungeheure Strecken des Bodens gebildet haben, auf dem wir fußen. Beispielsweise besteht der Grund der Stadt Richmond und der ganzen Grafschaft gleichen Namens in dem Staate Virginien in Nordamerika aus einem 20—30 Fuß mächtigen Lager von Kieselschalen, von einer Gattung von Diatomeen, welche man noch jetzt lebend am Eismeere findet. Umgekehrt entdeckte man in Süßwasserseen der Westküste Afrika's lebende Diatomeen derselben Art wie sie im fossilen Zustande in Norwegen und Schweden unter dem Namen Bergmehl vorkommen. Sie sind so ungemein verbreitet, daß Capitain Roß sie selbst im Südpolarlande fand. Derselbe sagt: „Die Küsten von Victorialand sowohl als die Umgegend des Vulkans Erebes sind von Diatomeenschalen gebildet, und dauert die Bildung des Bodens sowohl durch sie als durch die mit ihnen lebenden Foraminiferen, die, wie schon früher bei ihrer Schilderung erwähnt, einen Hauptbestandtheil der jetzigen Kreidegebirge bilden, noch gegenwärtig fort.

Wo die Diatomeen rein vorkommen, dienen sie, wie bereits bemerkt, zur Speise. Ein Seitenstück zu dem Essen des Bergmehles in Lappland liefert Humboldt aus Amerika von dem Orinocolande, woselbst die Guaraunen und Ottomaken diesen Mehlstaub genießen. Auf Java dient er sonderbarerweise sogar als Leckerbissen. Dort bereitet man aus den sehr rein vorkommenden kieselschaligen Infusorien mit Wasser einen Teig, welcher zu kleinen Rollen geformt und über dem Feuer getrock-

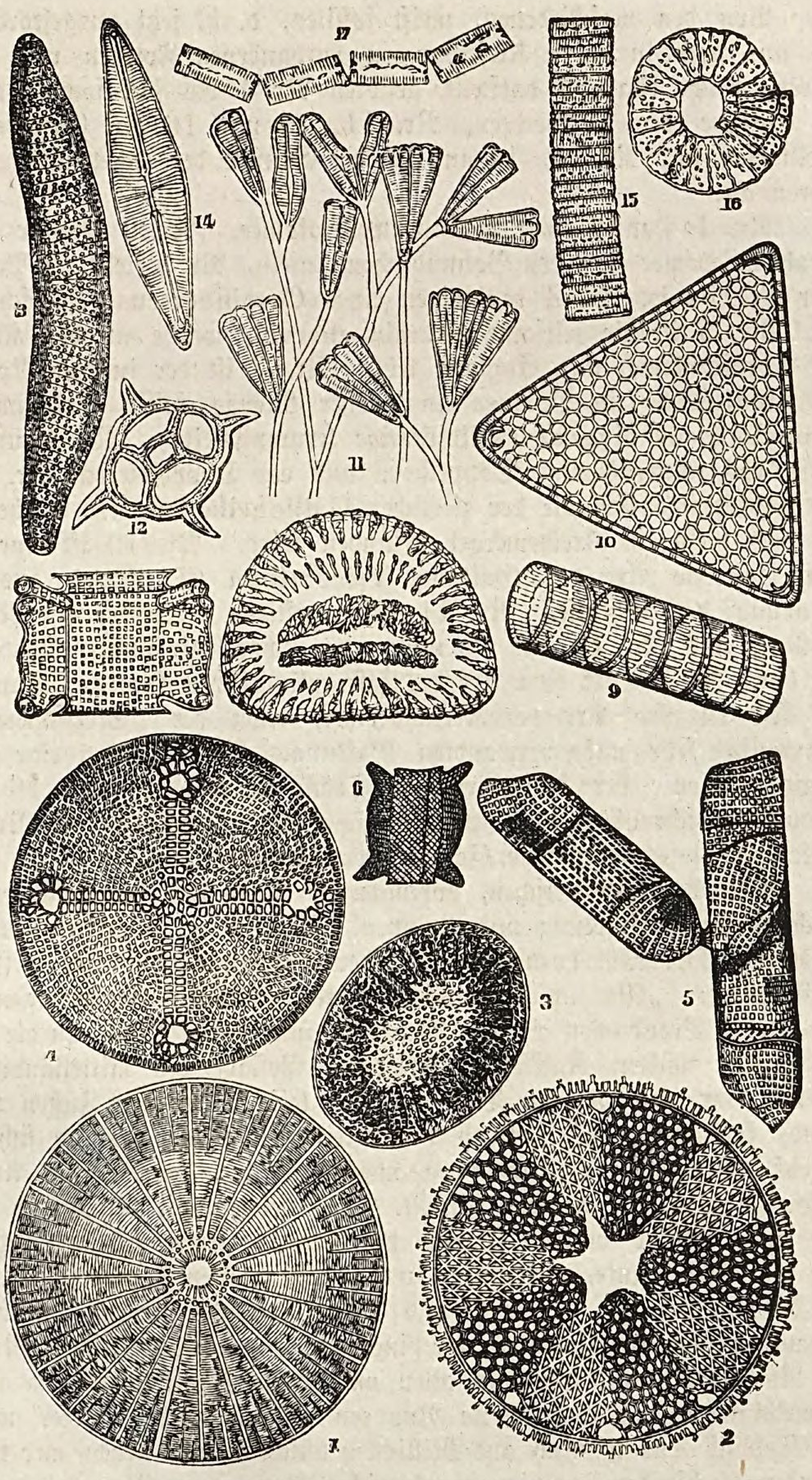
net, unter dem Namen Ampo oder Tohnahampo als eine Art Confect genossen wird.

Eine höchst merkwürdige Erfahrung ist die, daß, während man bei allen anderen Organismen der Gegenwart eine Scheidung nach Zonen und Regionen wahrnimmt, es den Anschein hat, als ob die Diatomeen von Wärme oder Kälte gar nicht berührt würden. Ueberall sind sie zu Hause, haben überall ihr Vaterland, weil sie sich überall wohl befinden. Nicht nur die in China und Japan gefundenen Gattungen stimmen überein mit denjenigen, welche in der Ostsee bei Danzig und Königsberg leben, sogar die Bewohner der Küsten von Neu-Holland sind über die heißen Striche Asiens und Afrikas, wie über die kalten von Europa und Amerika verbreitet; auch dieselben, welche im Strudel von Carlsbad entdeckt worden sind, fand man in beiden Polargegenden, und diejenigen, welche an der Oberfläche des Meeres wohnen, holte das Senkblei auch aus der Tiefe von 1800 Fuß. Ja, als man zum ersten Male mit der Brookeschen Maschine — (Erfindung eines Seekadetten der Vereinigten Staaten-Flotte, welche durch Aufbringung von Bodenproben die Sicherheit der Berührung gewährt, und mittelst welcher es gelungen ist, Proben des Meeresgrundes bis zu einer Tiefe von 25,000 Fuß, ja einigen Angaben zufolge im stillen Meere bis zu 48,000 Fuß, fast der doppelten Höhe der höchsten Berge der Erde, heraufzuholen) — Proben des Meergrundes bis zu 10,000 Fuß Tiefe, von dem sogenannten Telegraphenplateau heraufholte, welches sich zwischen Cap Clear in Irland und Cap Race in Neufundland untermeerisch erstreckt, wurden Proben des „Thones", wofür die Offiziere den Grund ansahen, an Professor Ehrenberg in Berlin und Professor Bailey in West-Point geschickt, um ihn mikroskopisch untersuchen zu lassen. Beide erkannten darin mehrere Arten von Foraminiferen und mehrere Arten von Bacillarien oder Diatomeen.

Welch wichtiges Moment für die Erdbildung liegt in dieser einfachen Thatsache! Die beiden mineralischen Stoffe, welche den größten Antheil an der Bildung der festen Erdmasse nehmen, sind einerseits der kohlensaure Kalk (Foraminiferen), andererseits die Kieselerde (Diatomeen). Das Thier zieht den kohlensauren Kalk, die Pflanze den Kiesel aus dem Wasser an. Beide Elemente fehlen kaum in irgend einem Gestein; beide bilden für sich allein große Gebirge und Länderstrecken. Ja, die Panzer dieser Thierchen gewähren uns nach Jahrtausenden nicht nur Andeutungen, sondern dictiren uns Schlüsse über die örtliche Beschaffenheit des Bodens, auf dem ihre Träger gelebt. Ein Beweis zugleich, daß dort unten ein nicht minder lebendiges Schaffen und Treiben wirkt, als in anderen zugänglichen Regionen.

Folgen wir nun der Erklärung, welche uns Figur 39 von einer Gruppe von Wesen giebt, die, obgleich uns unmittelbar umgebend, uns doch unendlich fern waren; ja, so lange sie nicht durch das Mikroskop

Fig. 39.



erkannt und unseren Sinnen nahe gerückt waren, gar nicht für uns existirten.

Von den verschiedenen, meist fossilen, d. h. jetzt ausgestorbenen und nur noch in ihren Kieselpanzern vorhandenen Formen von Diatomeen, welche Fig. 39 darstellt, gehören Nr. 1 bis 10, sowie Nr. 12 der Gruppe der Diktyocheen, Nr. 11, 15 und 16 der Gruppe der Bacillarien und Nr. 13, 14 und 17 der Gruppe der eigentlichen Diatomeen an.

Nr. 1 Panzer einer Spinnenwebdiatomee. Nr. 2 Panzer einer Strahlendiatomee von den Bermudischen Inseln. Nr. 3 stellt den Panzer einer Cocconeis, Nr. 4 denjenigen eines Coscinodiscus (Siebscheibe) dar. Nr. 5 ist die seltsame Isthmia enervis, welche an den Küsten von Nordfrankreich und England lebt. Nr. 7 ist der in den Mooren von Franzensbad in Böhmen in großer Menge fossil vorkommende Campylodiscus clypeus (schildförmige Krummscheibe). Nr. 6 und 8 liefern das rautenförmige Doppelhorn und das Doppelviereck. Nr. 9 ist eine stabförmige Colonie der zierlichen Gallionella sulcata, welche jetzt nur noch fossil im Kreidemergel gefunden wird. Nr. 10 ist eine elegant facettirte Art der Gattung Triceratium (Dreihorn) aus der Mündung der Themse. Nr. 11 stellt gestielte Colonien der Nägelbacillarie und Nr. 12 ein Exemplar der schnallenförmigen Netzdiatomee dar. Nr. 13 ist eine Art der fast cylindrischen Gattung Eunotia und Nr. 14 eine Art der Kerndiatomee, einer der „Schiffchenalge" (Navicula) sehr nahe verwandten Gattung. Nr. 15 zeigt eine stabförmige Colonie der kammförmigen Stückchendiatomee. Nr. 16 eine Colonie der schrauben- oder spiralförmigen Spaltbacillarie und Nr. 17 endlich eine lose verbundene Colonie der Flockendiatomee.

Von der unterseeischen, vorzugsweise durch die eben geschilderten Geschöpfe in Verbindung mit Polypen, Medusen ꝛc. bewirkten Pracht, liefert uns Dr. Willkomm aus eigener Anschauung folgende treffliche Schilderung: „Als ich an einem schönen sonnigen Aprilmorgen bei dem Dorfe Montrédon unweit Marseille zum ersten Male an die dort aus steilen, nackten Kalkfelsen gebildeten Gestade des mittelländischen Meeres trat und meinen Blick auf die leise zu meinen Füßen murmelnde krystallhelle Wasserfluth hinabgleiten ließ, da entrang sich ein Ausruf der höchsten Bewunderung meiner Brust, denn meine Augen erschauten eine nie geahnte Pracht. Der seichte, oft kaum eine Elle hoch vom Wasser bedeckte Grund des Meeres zeigte sich nämlich, so weit ich sehen konnte, mit einem in den brillantesten Farben schimmernden Teppich bekleidet. Der Grund dieses Teppichs bestand aus braunen und grünen Farbentinten, die hinein gewebten phantastischen Muster aus Roth, Gelb und Grau in allen möglichen Schattirungen, ja selbst himmelblaue und purpurviolette Nüancen fehlten nicht. Dieser natürliche Teppich war nämlich aus Millionen büschelförmig neben und durch einander wachsender Individuen zahlreicher Arten von Meeresalgen und

Pflanzenthieren gebildet. Binnen einer Stunde sammelte ich mehr als 30 verschiedene Arten von Algen und Tangen, und dennoch dürfte ich noch kaum den dritten Theil aller auf jenem beschränkten Raume wachsenden Arten dieser zierlich geformten Seegewächse mitgenommen haben. Ich konnte es nicht müde werden, auf dem moosartig weichen Algenteppich dieses unterseeischen Gartens umherzugehen und die ebenso seltsamen als schönen, im Sonnenlichte glitzernden Pflanzen- und Thiergestalten zu bewundern. Denn auch Thiere fehlten nicht, doch waren es meist festsitzende, nämlich Schnecken und Polypen. Namentlich die letzteren zeichneten sich durch ihre schöne Färbung aus, indem ihre büschelförmig oder blumenartig gruppirten Fühlfäden bald in einem brennenden Purpurviolett, bald in einem durchsichtigen Azurblau prangten. Wie wunderbar aber erscheinen erst alle diese merkwürdigen Seegewächse und Pflanzenthiere, wenn man sie unter dem Mikroskope betrachtet. Jene unterseeischen Algengärten von Montrédon und anderen Punkten der mittelländischen Küste, zwischen welchen man zur Ebbezeit umherwandeln kann, sind aber nichts im Vergleich mit den prachtvollen Algen- und Korallencolonien, welche sich im großen Ocean an den Rändern der unzähligen Koralleninseln ausbreiten und sich bis zu bedeutenden Tiefen ins Meer hinab erstrecken. Welche Unzahl von Meerespflanzen und Thieren mag aber erst die berühmte von Columbus entdeckte Sargassobank von Corvo und Flores bergen, welche sich im atlantischen Ocean als ein 30—60 Meilen breiter Streifen ausdehnt und einen Raum von etwa 35,000 Quadratmeilen (also ca. das Dreifache von dem Quadratinhalte Deutschlands) bedeckt!"

Der Hauptbestandtheil dieser Bank ist vorzugsweise der schwimmende Beerentang, welcher auch anderwärts im Meere vorkommt und die sogenannten schwimmenden Wiesen der Seefahrer bildet. Durch erwähnte, von der Algenart „Sargassum natans" gebildete Tanginseln oder Wiesen mußte sich Columbus beispielsweise während eines Zeitraums von 14 Tagen hindurch arbeiten. Wunderbar ist es wiederum, daß diese ureinfache Art der Algen die Extreme in sich vereinigt, denn sie umfaßt, wie schon erwähnt, die kleinsten, aber auch zugleich die größesten Gewächse. Welch ein Unterschied zwischen dem rothen Schnee-Urkorn von etwa $^{1}/_{1000}$ Linie Länge und dem beerentragenden Seetang mit einer Riesenlänge von 500—1500 Fuß. (Beiläufig sei hier bemerkt, daß Thuret in Cherbourg im Jahre 1855 an den Früchten der Seetange (einer höheren, nur im Meerwasser lebenden Algenfamilie) die Entdeckung machte, daß sie von verschiedener Beschaffenheit seien, nämlich männlich und weiblich. Zwei Monate später war Pringsheim in Berlin noch glücklicher, indem er an fädigen Algen unserer süßen Gewässer sogar die Art und Weise des Befruchtungsactes nachweisen konnte.) Die meisten Tangarten liefern in Küstenländern wegen ihres großen Salzgehaltes ein vorzügliches Düngungsmaterial der Aecker. Andere Meeralgen dienen als Nahrungs- und Heilmittel, z. B. das in

getrocknetem Zustande gelbliche, hornartig durchscheinende Carraghenmoos. Dasselbe löst sich in kochendem Wasser nämlich fast ganz in eine stärkemehlhaltige Gallerte auf und wird deshalb an den Küsten Irlands und Englands unter dem Namen „Irländisches Moos" von der ärmeren Volksklasse als Nahrungsmittel, bei uns häufig in der Kochkunst zu Gelée benutzt und liefert zugleich in der Heilkunde gegen Heiserkeit ein wichtiges Heilmittel.

Auch die indianischen Schwalbennester, welche als Leckerbissen an die Europäer so theuer verkauft werden, und von denen Batavia jährlich allein an 4 Millionen auf den benachbarten Inseln gesammelte in den Handel bringt, bestehen neben Fischlaich, vermischt mit Speichel und Magensaft, der Hauptsache nach aus einem Knopftange, weshalb dieselben auch hornartig gelb aussehen. — Es sind demnach diese kleinen Geschöpfe für den Haushalt der Natur von der größten Wichtigkeit und es dürfte hierdurch gerechtfertigt sein, daß wir denselben mehr Raum gewidmet haben, als ihre Kleinheit zu verdienen scheint. Beschäftigen sich doch schon seit Jahrzehnten die größten Pflanzenphysiologen vorzugsweise mit den kleinsten Formen, namentlich der Algen, von denen wir Hunderte und Tausende in einem einzigen Wassertropfen vereinigt, unter dem Mikroskope so genau beobachten können, daß jede Veränderung in ihrem durchsichtigen Körper zu unserer Kenntniß gelangt. Ja, dieser ureinfache Organismus einer einzigen Zelle macht es dem lauschenden Blicke des Beobachters leichter, hinter die Geheimnisse des Lebens zu gelangen. Denn im Bereiche dieser meist mikroskopischen Welt liegt der Schlüssel für die Erforschung des Lebens der höheren Pflanzen, ja selbst der Thiere und des Menschen, weil die einzelne Zelle der winzige Heerd, das geheimnißvolle chemische Laboratorium ist, in welchem alle lebenbedingende Thätigkeit eingeschlossen ist. Der freundliche Leser wird uns daher nachträglich auch zugestehen, daß die etwas größere Ausführlichkeit über diese kleinen, unbedeutend scheinenden Geschöpfe gerade nur ihrer Wichtigkeit angemessen ist. Denn wenn Ehrenberg in seinem Werke: „Verbreitung und Einfluß des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nordamerika" von einem Felsen auf der Insel Burbados erzählt, welcher 1100 Fuß hoch und größtentheils aus mikroskopischen Organismen zusammengesetzt ist, so ist das nur ein bekannt gewordenes Beispiel von vielen Tausenden, welche noch nicht bekannt sind. Es muß uns schon mit Ehrfurcht erfüllen, wenn wir bedenken, daß die kolossalen Thiere der Vorwelt, die neun Ellen langen Schildkröten und die 7 Ellen hohen Mammuths, die riesigen Krokodile und fliegenden Eidechsen, deren Dasein durch die versteinerten Ueberreste bewiesen wird, oder die Pflanzen von einer jetzt kaum zu ahnenden „paradiesischen" Pracht und Eigenthümlichkeit untergegangen und spurlos verschwunden sind aus dem Reiche der Lebenden, während dagegen die kleinen unsichtbaren Diatomeen alle die entsetzlichen, durch Feuer und Wasser in furchtbarem Kampfe hervorgebrachten Revolutionen überlebt

haben, und ihre Nachkommen noch heute die Meere bevölkern, welche die Gebeine jener Riesen der Vorwelt so vollständig von der Erde weggespült haben, daß keines derselben übrig geblieben ist, seine Art fortzupflanzen.

III.

Etwas über unsere täglichen Nahrungsmittel.

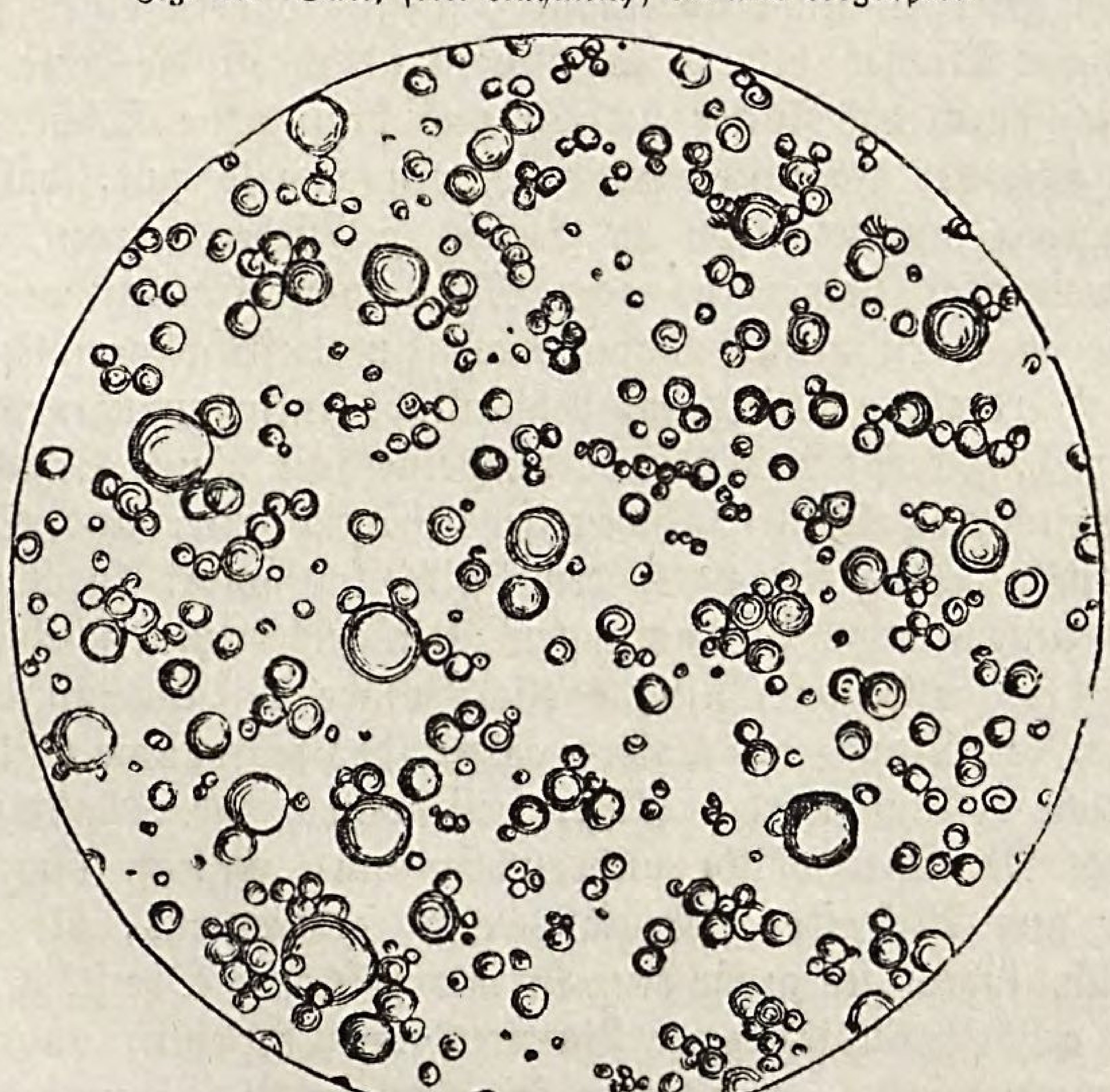
Daß der menschliche Körper zum Leben und Gesundbleiben der fortwährenden Aufnahme nicht blos aller derjenigen Stoffe bedarf, aus welchen er aufgebaut ist, sondern auch solcher, durch deren Verbrennung sich im Blute Wärme entwickelt, ist eine ausgemachte Sache und deshalb muß auch unsere Nahrung, gerade wie die den Säugling ernährende Milch, außer Wasser und Kochsalz stets die gehörige Menge an Eiweißsubstanzen, Fett und Stärke, oder Zuckerstoffen enthalten, wenn sie zuträglich sein soll. Die Nahrung, Speise wie Trank, kann eben nur dann kräftigen, wenn sie dem Blute, der speciellen Quelle der Ernährung, die Stoffe zuführt, aus welchen alle übrigen Theile des Körpers sich bilden. Auf welche Weise dieser Proceß vor sich geht, ist uns verborgen, aber es steht fest, daß das vom Herzen, wie von einer Druckpumpe*) in die Lungen getriebene und, nachdem es dort mit dem nöthigen Sauerstoff gespeist, in eine andere Abtheilung des Herzens zurückgekehrte Blut mittelst Schlagadern durch alle Theile des Körpers getrieben wird und in jedem Theile gerade das ablagert, was derselbe bedarf, um sich zu erneuern, während es zugleich von jedem Theile das Abgenutzte aus dem Körper entfernt. So ist das Blut allen Theilen Alles und enthält in seinen Bestandtheilen schon gleichsam den ganzen Körper flüssig: in der Gallerte die Haut, im thierischen Faserstoff die Muskeln, im Eiweiße die Nerven, in der Kalkerde die Knochen und Zähne, im Eisen die rothe Farbe der Muskeln ꝛc., daher Liebig das Blut mit Recht „flüssiges Fleisch“ genannt hat. Nun könnte der Leser die Frage aufwerfen, woher kommen alle diese Stoffe, von denen wir ihm viele, wie Phosphor, Schwefel, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Chlor und Fluor noch verschwiegen haben, welche sich aber immer-

*) Die Vorkammern ziehen sich zusammen und treiben, und die Herzkammern dehnen sich aus und saugen; im nächsten Augenblick ziehen sich diese ebenfalls gleichzeitig zusammen und treiben die Blutmasse in die Lungen- und Körperarterie, wobei überall der Rückfluß des Blutes durch Klappen verhindert wird.

fort verwandeln müssen, um uns neues Leben zuzuführen? Alle diese Stoffe werden von der Natur in den zuträglichen Verbindungen vorbereitet. Die Pflanze saugt die einfachen chemischen Verbindungen der Urstoffe in flüssiger oder gasartiger Form aus dem Boden, in welchem sie wurzelt (da dient ihr beispielsweise die Kohlensäure zur Bildung des Zuckers, die Kieselsäure wird zu einem Bestandtheil des Stengels, das Kali dient zum Safte, die Phosphorsäure, Kali, Kalk und Bittererde werden zu Bestandtheilen des Samens ꝛc.), und erst, nachdem diese Verwandlung durch die Pflanzenwelt vor sich gegangen, sind die Stoffe fähig geworden, den Thieren und Menschen zur Nahrung zu dienen. Dem begründeten Einwurfe, daß der Mensch auch von Fleisch, Fett und Eiern der Thiere lebe, begegnen wir mit der Frage: Woher haben die Thiere diese Bestandtheile erhalten? Eben nur aus den von ihnen verzehrten Pflanzen. Es stellt sich daher in der Natur eine merkwürdige Reihenfolge von Verwandlungen dar. Die einfachsten Verbindungen der Urstoffe ernähren die Pflanzen, die Pflanzen ernähren die Thiere, und die Thiere und Pflanzen bilden die Nahrung des Menschen. Zugleich leuchtet ein, wie durch diesen Austausch der Stoffe der überall in der Natur nicht zu verkennende Zusammenhang zwischen der vegetabilischen und animalischen Welt sich besonders, ja, in dem Grade bemerklich macht, daß das eine Leben ohne das andere nicht denkbar ist. Wiederum ist es merkwürdig, daß die menschliche Kunst wohl die Bestandtheile der organischen Verbindungen auf chemischem Wege auflösen kann, aber außer Stande ist, aus den aufgefundenen Elementen die organischen Verbindungen nach dem Vorgange der Natur zusammen zu setzen. Bekennt doch der Meister in dieser Kunst, J. v. Liebig, offen: „Nie wird es der Chemie gelingen, eine Zelle, eine Muskelfaser, einen Nerv, mit einem Worte einen der wirklich organischen, mit vitalen (lebensfähigen) Eigenschaften begabten Theil des Organismus oder gar diesen selbst in ihrem Laboratorium darzustellen". Die Kunst der Menschen ist bis jetzt nur im Stande, aus einer gegebenen organischen Verbindung eine andere zu bilden. Diese Vorgänge finden Anwendung beim Brauen, Branntweinbrennen, der Essigfabrikation ꝛc. Dabei wird Stärke in Zucker, Zucker in Weingeist, Weingeist in Essig verwandelt. — Unter allen Nahrungsmitteln sind die einfachsten und natürlichsten: Milch und Brot. Zugleich sind es diejenigen, in welchen die Ernährungsbedingungen günstig vereinigt werden, ja, bei der Milch ist dies in dem Grade der Fall, daß sie das vollkommenste aller Nahrungsmittel ist. Folgendes Beispiel wird uns die Wahrheit dieser Behauptung klar machen und uns leichter zu der Vorstellung verhelfen, daß wir die für Erwachsene wichtigen Nahrungsmittel und deren Wirkung werden übersehen können. Die Muttermilch zunächst ist die einfachste und allernatürlichste Speise des Kindes. Sie enthält, wie schon angedeutet, alle Stoffe, aus denen der menschliche Leib sich bilden kann; würde ihr ein einziger dieser Stoffe fehlen, so müßte das Kind ohne entsprechenden

Ersatz unfehlbar untergehen. Hätte die Milch z. B. keine Bestandtheile der Kalkerde, so würden die weichen Knochen des Kindes nicht erhärten. Enthielte die Milch nicht Phosphor, so würden nicht nur Knochen und Zähne, sondern auch die Ausbildung des Gehirns darunter leiden. Wäre in der Muttermilch nicht Eisen vorhanden, so würde das Kind an der Bleichsucht umkommen. Enthielte die Muttermilch nicht auch Schwefel, so würde sich unter anderem auch die Galle des Kindes nicht ausbilden können, die wichtige Verrichtungen im menschlichen Körper zu besorgen hat ꝛc. Diese Proben mögen genügen, um den Beweis zu liefern, daß die genannten Stoffe außer vielen andern in der Milch enthalten sind, da sie allein im ersten Lebensalter in Wahrheit den menschlichen Körper bilden. Was ist demnach die Weisheit aller Weisen gegen ein wenig Muttermilch! Ja, was hätten wohl die Engländer auf ihren Expeditionen darum gegeben, wenn sie im Stande gewesen wären, auf künstlichem Wege Milch herzustellen! In der Milch selbst treten uns nun diese Stoffe nicht in ihrer Urgestalt, in der sie uns erfahrungsmäßig nichts helfen, sondern in hohem Grade schaden würden, entgegen, sondern in ganz anderer Form und Verbindung, und zwar als Käsestoff, als Butterstoff, als Milchzucker, als Salze und als Wasser. Die mikroskopische Prüfung der Milch nun, welche namentlich in großen Städten wegen der häufig vorkommenden Fälschungen nicht überflüssig sein dürfte (hat man sich in Paris doch nicht entblödet, diesem wichtigen Nahrungsmittel ein künstliches Surrogat aus gekochtem und mit abgerahmter Milch angeriebenen Hammelsgehirn unterzuschieben, welches mit der echten

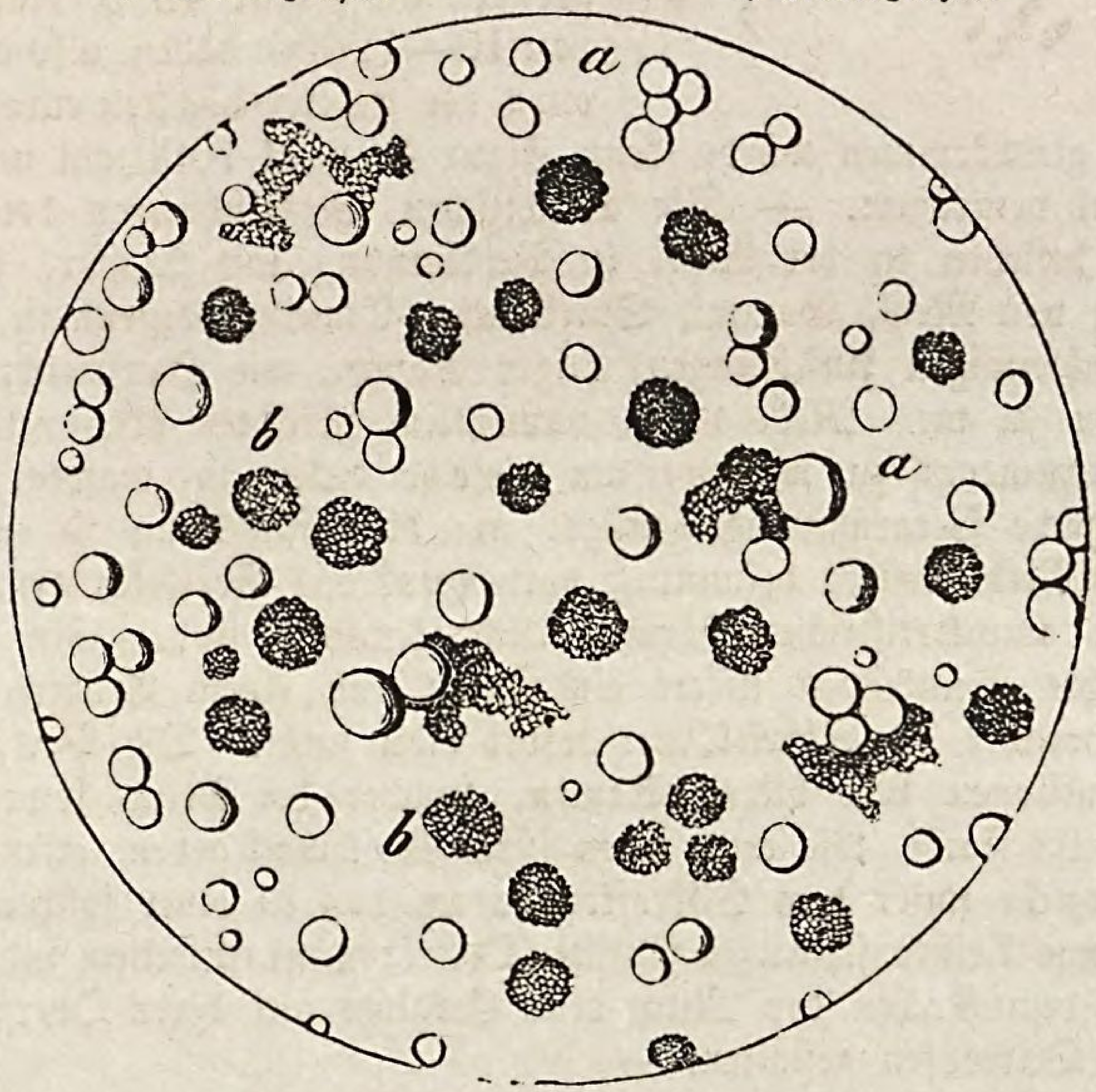
Fig. 40. Gute, fette Kuhmilch; 630 mal vergrößert.



Milch nichts als die Farbe gemein hat), — ist eine sehr einfache. Bringt man einen Tropfen reiner Milch auf einem Objectträger unter das Mikroskop, so erkennt man in einer wasserhellen Flüssigkeit, die Milchzucker, Käsestoff und verschiedene Salze enthält, sehr zahlreiche Kügelchen von verschiedener Größe (Fig. 40.), die, in der Flüssigkeit fein vertheilt, die weiße Farbe der Milch hervorbringen. Diese aus Fett (Butter) bestehenden Kügelchen sind jedoch keine einfachen Fetttropfen, sondern jedes derselben ist mit einer zarten Hülle von geronnenem Käsestoff umgeben. Ungläubige mögen sich dadurch von der Wahrheit des Ebengesagten überzeugen, daß sie eine kleine Menge Milch längere Zeit mit Aether oder mit Benzin schütteln, welche das Fett ausziehen nnd die Hüllen leer zurücklassen. Durch Zusatz von wässeriger Jodlösung werden dieselben sogar gelb gefärbt und erscheinen somit noch deutlicher. Von der größeren oder geringeren Anzahl dieser Fettkügelchen hängt nun die Güte einer Milchsorte ab. Dichtgedrängt erscheinen dieselben in der Sahne oder dem Rahm, welchen sie vermöge ihrer Leichtigkeit fast ausschließlich bilden, denn es bewährt sich auch in dieser Beziehung das Sprüchwort: „Fett schwimmt oben“. Aber auch eine gute, abgerahmte Milch muß immerhin noch ziemlich viel Fettkügelchen enthalten. Von dem zahlreicheren, resp. spärlicheren Vorkommen dieser Fettkügelchen hängt auch die Farbe der Milchflüssigkeit ab; bei guter, fettreicher Milch spielt sie in's Gelbliche, während sie bei geringerer Qualität in's Bläuliche übergeht. Andere äußerliche Kennzeichen sind, daß fettreiche Milch immer etwas schwerer ist als Wasser und daher, wenigstens frisch gemolken, in Wasser getröpfelt, darin untergeht; ferner, daß solche Milch, auf den Fingernagel getropft, nicht auseinander fließt, sondern einen gewölbten oder kugeligen Tropfen bildet. Selbstverständlich ist die Güte der Milch hauptsächlich durch das Futter bedingt und kann ohne Schuld des Verkäufers je nach der Jahreszeit oder Fütterung bald gut, bald schlecht sein. Dagegen muß es schon als Betrug angesehen werden, wenn der Händler wesentlich verdorbene oder Milch von kranken oder solchen Kühen, die eben erst gekalbt haben, als gute, frisch gemolkene Milch verkauft. Verdorbene Milch hat bekanntlich einen unangenehmen oder sauren Geruch, gekochte Milch giebt nur eine sehr dünne Schicht Rahm, während Milch von kranken Kühen sehr häufig Eiter und Schleimkügelchen enthält, welche sich unter dem Mikroskop sofort durch ihr maulbeerartiges Ansehen von den normalen Fettkügelchen unterscheiden lassen. (S. Fig. 41.) Diejenige Milch endlich, welche die Kühe in den ersten Tagen nach der Geburt des Kalbes geben (das sogenannte Colostrum), und die nicht verkauft werden sollte, weil sie nach Dr. Klencke für den Genuß des Menschen völlig unbrauchbar und zugleich ungesund ist, sieht unter dem Mikroskope ebenfalls ganz anders aus, als gute, gesunde Milch, indem sie große Kugeln mit gekörnter Oberfläche, die aus noch nicht gehörig ausgebildeter Buttersubstanz bestehen, und gruppenweise zusammengeballte, von einer feinkörnigen Masse umgebene Fett-

kügelchen enthält. Dergleichen Milch ist nach Klencke außerdem reich an salzigen Bestandtheilen, aber auch an Milchzucker, enthält mehr Eiweiß als Käsestoff, gerinnt beim Kochen und wird faulig, ohne vorher

Fig. 41. Milch mit Eiter; 630 mal vergrößert.
a) Butterkügelchen. *b*) Eiterkügelchen.



sauer zu werden. Die feinkörnige Masse, welche die Fettkügelchen umgiebt, sind nach Dr. Vogel die Drüsenzellen der Brustdrüse, innerhalb welcher sich die Fettkügelchen bilden. Auch Beimengung von Blut oder Eiter zur Milch, was bisweilen bei kranken Thieren vorkommt, ist unter dem Mikroskop sehr leicht zu entdecken. Die geringste, auf keine andere Weise zu ermittelnde Beimengung von Blut erkennt man an den charakteristischen rothen Blutkörperchen (siehe Fig. 42 *a* und *b*); diejenige von Eiter an massenweise vorhandenen Eiterkörperchen, welche ganz den farblosen Blutkörperchen gleichen (s. Fig. 42 *c*) und nach Behandlung mit Essigsäure, wobei sie durchsichtig werden, ein meist doppeltes Kerngebilde erkennen lassen. Die im Sommer zuweilen vorkommende Erscheinung, daß die Milch stellenweise eine blaue oder rothe Färbung annimmt, hängt von der massenhaften Entwickelung der allerkleinsten organischen Gebilde ab (Monaden — Bacterien — Vibrionen 2c.) (s. Fig. 43.), welche zugleich die äußerste Grenze der durch unsere jetzigen Mikroskope noch

Fig. 42. 400 mal vergr.

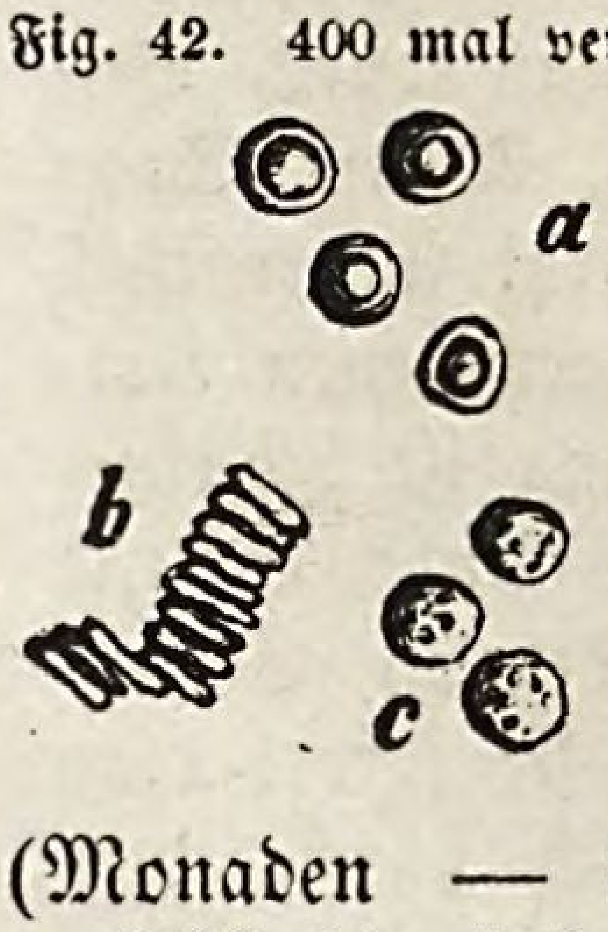


Fig. 43.

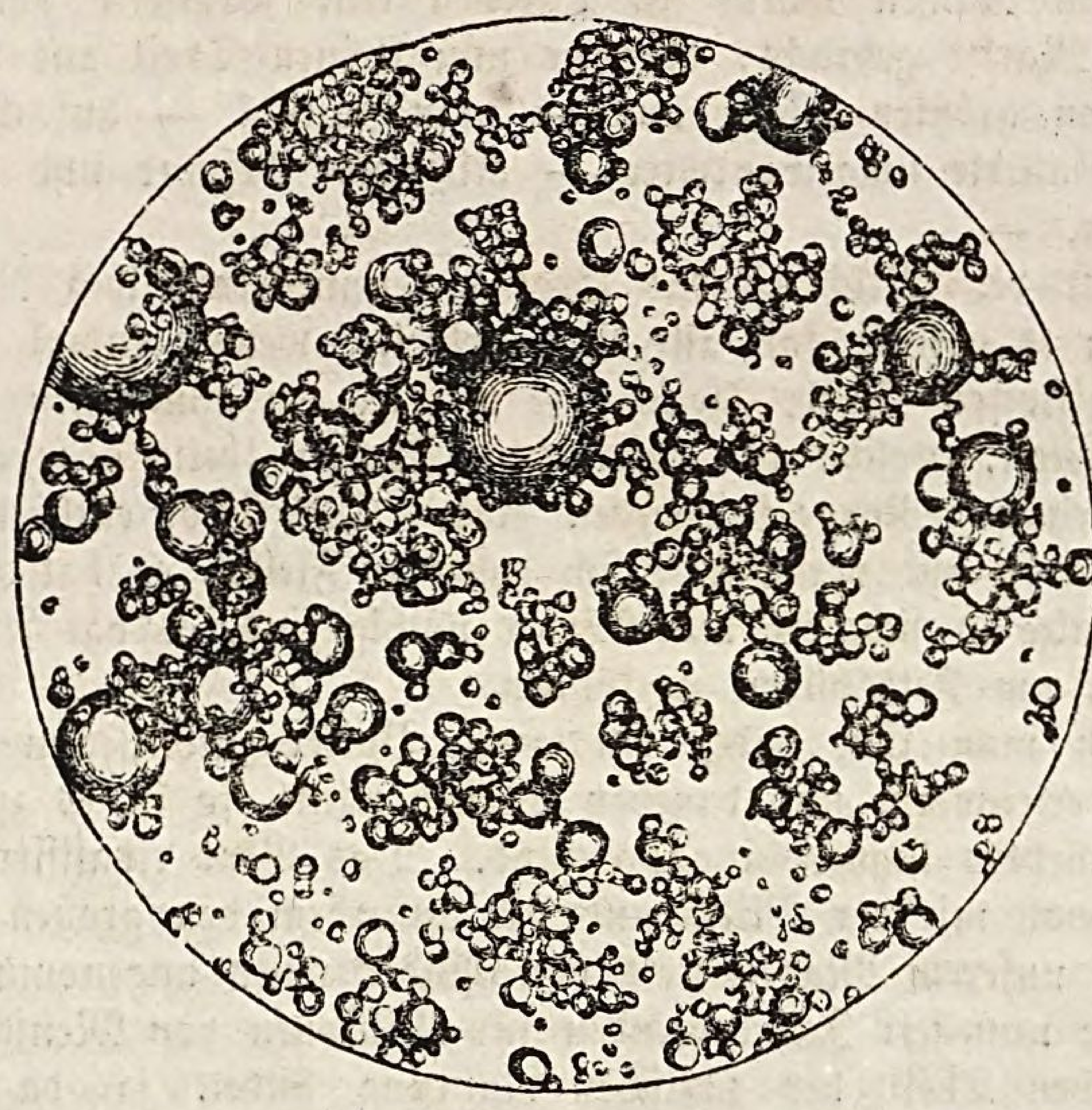


sichtbaren belebten Wesen bilden. Um von deren Kleinheit einen ungefähren Begriff zu gewinnen, möge sich der Leser vorstellen, daß das Bild eines erwachsenen Menschen, ebenso stark vergrößert, als Figur 43 *b*, eine Länge von 10—12000′ haben, also an Höhe etwa der unserer höchsten europäischen Gebirge gleichkommen würde, denn Figur 43 *a* ist 1000 mal und 43 *b* 2500 mal vergrößert. — Die absichtlichen Verfälschungen der Milch dagegen bestehen in der Regel in Verdünnung mit Wasser, in Beimengung von Mehl, Gummi, Stärkezucker, Eiweiß, Hausenblase, Emulsionen (schleimigen Auflösungen) öliger Samen, wie Hanfmilch, Mandelmilch u. a. m. Mehl pflegt namentlich schlechter oder verdünnter Milch beigemengt zu werden, um dieselbe dicker zu machen. Eine 2—300 fache Vergrößerung genügt, um diese Fälschung zu entdecken, denn das Mehl besteht bekanntlich vorwiegend aus Stärkekörnern, welche an ihren charakteristischen Formen leicht kenntlich sind. Ein anderes untrügliches Kennzeichen liefert ein Zusatz von einem Tröpfchen Jodlösung, welches die Stärkekörner sofort blau färbt. Die Verfälschung mit Emulsionen von öligen Samen, welcher der Milch sowohl eine schöne weiße Farbe, wie auch einen süßen Geschmack geben, erkennt man nach Klencke unter dem Mikroskop daran, daß in einer solchen Milch eine Menge kleiner schwarzer Punkte (Oeltröpfchen) enthalten sind, welche sich nach dem Kochen der Milch beim Erkalten auf deren Oberfläche zu größeren Oeltropfen gestalten. —

In Bezug auf „Butter", welche bekanntlich dadurch aus der sauren Milchsahne gewonnen wird, daß die Butterfettkügelchen durch heftige Bewegung der Milch (wie eine solche beim Buttern stattfindet), leicht miteinander zu größeren Butterklumpen vereinigt werden, sei beiläufig bemerkt, daß eine reine gute Butter unter dem Mikroskop blos aus großen und kleinen Fettkügelchen zusammengesetzt erscheinen und höchstens würfelförmige Krystalle von Kochsalz beigemengt zeigen darf. (Siehe Fig. 44.) Die Verfälschung der Butter geschieht in der Regel aus zwei Gründen; einmal soll die Menge oder das Volumen, anderntheils das Gewicht vermehrt werden. Ersteres erzielt man durch Beimengung von Wasser, letzteres durch Zusätze von Kochsalz, Alaun, Soda und Potasche. Eine sehr gewöhnliche Verfälschung besteht ferner auch in Zusatz von Kartoffelstärke oder gekochten und fein zerriebenen Kartoffeln oder von Weizenmehl. Eine derartige Verfälschung ist bei einer etwa 2—300 fachen Linearvergrößerung wiederum sehr leicht dadurch zu ermitteln, daß man den etwa entdeckten eigen geformten Stärkemehlkörnern einen Tropfen Jodlösung zusetzt, wodurch sie sofort blau gefärbt erscheinen. Auch durch das leidige, noch ziemlich häufig vorkommende Färben der Butter werden derselben Ingredienzien beige-

mengt, die mindestens überflüssig sind. Häufig ist die künstliche Färbung die Begleiterin einer Fälschung, namentlich, wenn die zugesetzten Stoffe eine hellere Farbe veranlassen, die dann durch färbende Zusätze verdeckt

Fig. 44. Reine Butter; 630 mal vergr.



werden soll. Am meisten geschieht dies mit Mohrrüben-, Ringelblumen- und Spargelbeersaft, Safran, dem Farbestoff der Gelbwurz (Curcuma) und Orlean, dem rothgelben Farbestoff aus dem Samen des amerikanischen Ruku- oder Orleanbaumes. Namentlich in Holstein färbt man die Butter ziemlich allgemein mit Orlean, damit sie durchweg die schöne Farbe bekomme, welche Kenner bei der frischen Grasbutter so sehr bewundern. Orlean ist an und für sich zwar eine unschädliche Farbe, doch wird dieselbe häufig durch beigemengte rothe Erde oder Ziegelmehl verfälscht. Will sich der Holsteiner Butterfabrikant nun vor diesem verfälschten Orlean hüten, und will ferner der englische Butterhändler des Kopfzerbrechens, ob die Farbe der ihm gelieferten Butter natürlich oder künstlich sei, überhoben sein, so müssen Beide das Mikroskop zu Rathe ziehen. Die in vielen Dingen so sehr natürlichen Engländer, die besonders seit einem halben Jahrhundert ein gut Theil ihres Butterbedarfes aus Holstein beziehen, wollen nämlich zum größten Theil keine Farbe in der Butter und nehmen lieber die blasse natürliche, als die künstliche goldige. Nicht so denken die Westindier und Spanier, welche auch durch Holstein mit Butter versehen werden. Diese hochtrabenden, das Prächtige liebenden Leute wollen auch immer hochgefärbte goldige Butter haben, aus welchem Grunde die für die Spanier be-

stimmte Butter stets gefärbt werden muß. Schließlich bemerken wir noch, daß Dr. Klencke einer höchst eigenthümlichen Verfälschung der Butter Erwähnung thut, die namentlich im Königreich Sachsen eine Zeit lang betrieben worden ist, nämlich der sogenannten „Wasserbutter". Unter diesem Namen wurde in Dresden eine wohlfeile gallertartige Butter zu Markte gebracht, die nur zum kleinen Theil aus wirklicher Butter, zum größten Theile aus — man staune! — auf chemischem Wege in Gallerte umgewandelter — Kieselerde bestand und außerdem gefärbt war. —

Nächst der Milch ist das Brot ein unübertreffliches Nahrungsmittel, denn es enthält fast alle Bestandtheile, welche einmal den thierischen Nährstoffen Milch, Fleisch, Ei u. s. w. am ähnlichsten sind und außerdem solche, welche den thierischen Stoffen theils abgehen, theils nur in geringer Menge beigegeben sind. Das Brot enthält nämlich Pflanzen-Eiweiß und verwandelt sich daher in Fleisch, es hat Eisen und fast alle Salze in sich, die dem Körper nöthig sind, es hat ferner auch Stärkemehl, um Fett bilden zu können.

Wenn man ihm daher ein wenig Butter zuthut, um die Fettbildung zu erleichtern, und daneben Wasser trinkt, so ist es zur Erhaltung des Körpers immerhin ausreichend. Das Brot rivalisirt also an Nahrungswerth mit der Milch und hat außerdem den großen Vorzug, daß es von unserem Magen stets ohne Widerstreben angenommen wird. Da dasselbe nun seit Jahrtausenden für Millionen von Menschen einen unentbehrlichen Theil der täglichen Nahrung bildet, ja, da von der Beschaffenheit des Brotes das Wohl oder Wehe großer Klassen von Menschen, wenn auch nicht ganz, so doch in hohem Grade abhängt, so hegen wir in Anbetracht der großen Wichtigkeit dieses Gegenstandes für das alltägliche Leben die Ueberzeugung, daß die freundlichen Leser mit uns ihm die nöthige Betrachtung zu Theil werden lassen.

Das Brot wird aus Mehlsorten bereitet, die man aus dem Samen unserer wahrscheinlich aus Mittelasien stammenden Getreidepflanzen, den Haupterzeugnissen des Landmanns, gewinnt. Die wichtigsten Getreidearten, nach Ceres, der Göttin des Getreides, auch „Cerealien" genannt, sind: Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais oder Wälschkorn und Reis. Doch ist nur das Weizen- und Roggenmehl zur Brotbereitung ganz geeignet, während das Mehl der anderen genannten Getreidearten, wie auch das Mehl der Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, Linsen), ferner das des Buchweizens und anderer Pflanzen, welches sehr oft dem Weizen- und Roggenmehl beigemischt wird, doch für sich allein kein wahres Brot zu geben vermag. Aus dem Weizenmehl erhält man das ausgezeichnet schön aussehende nnd leicht verdauliche Weißbrot. Dasselbe hat in frisch gebackenem Zustande einen sehr angenehmen Geschmack, ist locker und feucht, wird aber schon nach wenigen Tagen hart, trocken und fast geschmacklos. Dennoch besticht sein schönes Aussehen so, daß es in vielen Ländern, besonders in England, Frankreich, Griechenland,

zum Theil auch im südlichen Deutschland und in der Schweiz (doch hier meist nur in den Städten, und zwar ein aus Dinkel oder Spelz gebackenes) fast ausschließlich genossen wird. Aus dem Roggenmehl erhalten wir das dunkler aussehende Schwarzbrot. Dasselbe besitzt, gut gebacken, einen angenehmeren, kräftigeren Geschmack, verbreitet ein anziehendes Aroma, ist locker und bleibt viel länger feucht und wohlschmeckend als das Weizenbrot. Sehr sinnig ist mit Rücksicht auf die erwähnten Eigenschaften des Roggenbrotes die botanische Bezeichnung der Roggenart durch Linné (Secale cereale), nach welcher sie also vorzugsweise als das Geschenk der Göttin Ceres gepriesen zu werden verdient. Das Schwarzbrot ist fast in ganz Deutschland und der Schweiz das Brot des Landmannes. Im nördlichen Deutschland wird sogar fast nur Schwarzbrot gegessen und jemand, dessen Gaumen von Jugend auf an den Genuß desselben gewöhnt ist, kann sich nur schwer an den Genuß des nach seiner Ansicht „fade schmeckenden" Weißbrotes gewöhnen.

Allein nicht zu allen Zeiten erfreute sich die Menschheit eines so wohlschmeckenden Brotes als wir. Plinius wenigstens versichert, daß die Römer 400 Jahre lang sich blos mit einem Mehlbrei begnügten, der mit Kohl und Rüben wechselte. Gutes Brot lernten sie, wie er sagt, erst schätzen, nachdem sie Griechenland erobert und griechische Bäcker als Sklaven heimgeführt hatten. Die Griechen wiederum verdankten die damalige Kunst des Brotbackens: den dicken Mehlbrei zwischen zwei flachen, heißen Steinen oder wohl gar nur in heißer Asche in dünne, flache Scheiben zu verwandeln, zwei Böotiern, welchen sie zum Dank für Verbreitung dieser in Asien erlernten Kunst eine Bildsäule errichten. Aehnlich wurde die uns so klein dünkende Erfindung des Brotbackens von den Aegyptern hochgeschätzt, indem sie dieselbe ihrem ersten Könige, Menes, zuschrieben. In Aegypten hatte man auch bereits den Backofen, als dessen Erfinder der alte Römer Suidas einen gewissen Annus nennt. Wann, wie und wo der Sauerteig zum Brotbacken verwendet wurde, müssen wir unentschieden lassen; denn es steht fest, daß die flachen, ungesäuerten Brotscheiben viele Jahrhunderte nachher noch gewöhnlich waren. In Europa dienten sie sogar lange Zeit als Teller, die ja in vielen Gegenden auf dem Lande sich nur zu hölzernen Scheiben umgestaltet haben. Unter Karl VII. spottet ein Dichter bitter über den Luxus der Bischöfe, über ihre goldenen und silbernen Teller, Büffets ꝛc. und setzt dann hinzu:

„Die Armen, nun was haben sie? — Die Teller stets von Brot!" —

An manchen Tagen blieben diese Brotteller noch als alte Sitte in Gebrauch. Wenn die französischen Könige gekrönt wurden, ward die Tafel nur mit dergleichen besetzt, und man verschenkte sie nachher an die Armen. Bei Ludwigs XII. Krönung wurden fast 1300 Dutzend solcher Brotteller vertheilt. Auch heute noch ist bei den Arabern von

einem Gährungsmittel, von Sauerteig oder Hefe nicht die Rede. Wahrscheinlich hat der Zufall, der so manche Erfindung bedingt, auch den Sauerteig brauchen gelehrt. Hatte ein Geizhals einmal etwas Brotteig übrigbehalten, der nun sauer ward und doch nicht weggeworfen werden sollte, und mischte er diesen Rest deshalb unter den neuen Teig, welcher sich nun zu seinem Erstaunen erhob und ein so herrliches, lockeres, hoch aufgegangenes Brot gab, wie es noch nie vorgekommen war: so lag das Geheimniß vor Aller Augen. Einige Versuche ließen bald das Verhältniß ermitteln, in welchem der Sauerteig zum Teige überhaupt stehen mußte. Insofern ist die Erfindung gewiß uralt; schon Plinius erwähnt des künstlich bereiteten Sauerteigs und selbst der Bierhefe, was wieder an die Weinhefe denken läßt, welche zu seiner Zeit noch gewöhnlicher angewendet worden sein mag.

Was indessen den Gebrauch der Bierhefe beim Brot- und Kuchenbacken betrifft, so scheint er, obschon Plinius desselben erwähnt, dann viele Jahrhunderte lang in Vergessenheit gerathen zu sein. Als nämlich im 17. Jahrhundert einige Pariser Bäcker von der Bierhefe Gebrauch machten, um recht lockere, weiße Franzbrötchen mit Butter und Milch zu schaffen, wozu der festere Teig ein stärkeres Gährungsmittel nöthig hatte, als der Sauerteig gewährte, gerieth die ganze medicinische Facultät in Alarm, und erst nach langer Prüfung ward die Erlaubniß zu fernerer Bereitung der Art gegeben, wie sie bis auf den heutigen Tag vortheilhaft in Anwendung kommt.

Was nun den Nahrungswerth des Brotes anbetrifft, so steht derselbe dem des Fleisches ziemlich nahe. Man kann annehmen, daß drei Pfund Schwarzbrot etwa soviel Eiweißstoff (Kleber) enthalten, wie ein Pfund Fleisch und außerdem noch 1¾ Pfund Stärkemehl und unverdauliche Pflanzenfasern. Das Stärkemehl wirkt beim Genusse des Brotes als Heizungsmaterial; es entspricht dem Fette am Fleische. Je weißer das Brot ist, desto ärmer ist es an nährender Eiweißsubstanz. Als Hauptbestandtheile jedes Samenkornes, welche in höchst complicirter Weise zusammengesetzt sind, unterscheiden wir als blutbildende Nahrungsmittel in einer Menge von 10—20%: 1. Pflanzeneiweiß (dem Eiweiß der Eier fast gleich), 2. Pflanzenfaserstoff (dem Faserstoff des Fleisches ähnlich), 3. Pflanzenleim (dem Käsestoff der Milch ähnlich). (Pflanzenfaserstoff und Pflanzenleim führen den gemeinschaftlichen Namen „Kleber"; der Kleber aber ist die Ursache, daß das Getreidemehl beim Kneten mit Wasser einen zähen Teig bilden kann. Daher kommt es, daß das Mehl von Getreidearten, die nur wenig Kleber enthalten, z. B. das Reis-, Mais- und Hafermehl, keinen so guten Teig giebt, wie das kleberhaltigere Weizen- nnd Roggenmehl.) Ferner unterscheiden wir in einer Menge von 70—80% die sogenannten Respirations- (Athmungs-) mittel, welche, indem sie im Körper einer Art von Verbrennung unterliegen, zur Hervorbringung der Körperwärme dienen. Es sind dies 1. das Stärkemehl, der Hauptbestandtheil der Getreide-

körner (60—70%), 2. Gummi oder Dextrin (2—4%), 3. völlig unlösliche und unverdauliche Holzsubstanz oder Cellulose (5—7%), 4. fettes Oel, dem Olivenöle gleich (1½—4%). Nur die Maiskörner unterscheiden sich durch ihren Fettreichthum von allen anderen Getreidearten, indem sie 8—10% fettige Bestandtheile enthalten.

Außerdem unterscheiden wir in einer Menge von 1—4% mineralische Verbindungen, welche zur Bildung der Knochen unentbehrlich sind. Es sind dies meistens Salze oder sogenannte Aschenbestandtheile, da sie beim Verbrennen des Getreides als Asche zurückbleiben. Schließlich enthält jedes Getreidekorn Wasser zu etwa 12—15%. Dasselbe ist mit den verschiedenen anderen Bestandtheilen chemisch verbunden und entweicht selbst beim Erwärmen des Mehles nur theilweise.

Nicht weniger bemerkenswerth ist die Art und Weise, wie die obengenannten Stoffe im Getreidekorn abgelagert sind. Ein mikroskopischer Blick auf ein durchschnittenes Getreidekorn überzeugt uns von dem regelmäßigen Bau desselben. Es fällt sogleich in die Augen, daß das Korn aus zwei Haupttheilen besteht, aus einem mehligen Kerne, der fast nur Stärkekügelchen enthält und aus der äußeren Hülle. Diese besteht nach außen hin aus unverdaulicher Holzsubstanz, nach dem mehligen Kerne hin aus Zellen, welche mit Kleber gefüllt sind. Der nahrhafteste Theil des Kernes, der Kleber, ist daher vorzüglich in einer besonderen Lage zwischen dem Mehlkerne und der äußeren Hülle abgelagert, hängt aber sowohl mit dem Kerne, als mit der Hülle innig zusammen, wodurch beim Mahlen des Getreides ein empfindlicher Verlust an Klebergehalt entsteht, weil ein Theil desselben an der Hülle sitzen bleibt und mit dieser als Kleie abgetrennt wird.

Sollte man es für möglich halten, daß bei einem so allgemein wichtigen Nahrungsmittel, wie es das Brot namentlich auch für die ärmeren Klassen der Bevölkerung ist, der schnöde Gewinn zu absichtlichen Verfälschungen verleiten könnte?

Wir wollen diese Frage nicht näher erörtern, sondern nur jeden, der Materialien dazu liefert, oder sich mit deren Bereitung beschäftigt, erinnern, sich vor jeder Verfälschung zu hüten, um dadurch nicht einen großen Theil der Mitmenschen um einen Theil der Nahrung oder selbst um die Gesundheit zu bringen. Weil aber leider oft die verschiedenartigsten Verfälschungen oder Vermischungen vorkommen, (setzen doch besonders in England, Belgien und Holland die Bäcker dem gährenden Teige häufig Alaun, Kupfer- und Zinkvitriol, Bleiweiß und andere giftige Körper zu, welche bewirken, daß der Teig mehr Wasser aufnimmt und solches auch beim Backen zurückbehält und überhaupt dem Brote ein schöneres Aussehen geben), so ist es Pflicht, den Leser mit den Kennzeichen vertraut zu machen, welche mit Hülfe des Mikroskops allein vor solchen Betrügereien schützen können.

Zur Illustration vorstehender Beschuldigungen diene folgender Ausspruch J. von Liebig's: (Chemische Briefe, pag. 331) „Ich

sah in einer Alaunfabrik in Schottland kleine Berge von fein gemahlenem Alaunmehl, welches für den Verbrauch der Londoner Bäcker bestimmt war."

Zunächst haben wir feinere und gröbere Fälschungen zu unterscheiden. In Bezug auf erstere machen wir darauf aufmerksam, daß namentlich die feineren, theureren Mehlsorten mit weniger werthvollen vermischt und als „bestes Mehl" verkauft werden; ferner wird nur zu häufig gutes Mehl mit mulsterig gewordenem versetzt, oder es werden verschiedene Mehlsorten, Kartoffelstärke ꝛc. untereinander gemischt und als reines Mehl verkauft. Aber es kommen auch gröbere Fälschungen vor, indem dem Mehle mineralische Körper, besonders Kreide, Gyps, Schwerspath, weißgebrannte Knochen ꝛc. zugesetzt werden, was schon äußerlich leicht daran zu erkennen ist, daß solches Mehl beim Verbrennen sehr viel Asche zurückläßt, während gutes reines Mehl beim Einäschern höchstens 1—1½% Asche zurückläßt.

Sodann haben wir solche Fälschungen ins Auge zu fassen, die in der Unwissenheit oder der Fahrlässigkeit des Landmanns ihren Grund haben. Besonders bekannt ist in dieser Beziehung die Fälschung durch den Schmierbrand im Weizenmehl und durch das sogenannte „Mutterkorn" beim Roggenmehl. Beide Benennungen rühren von Pilzen her, welche in der Aehre anstatt des Samens bestehen und in einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung, besonders wenn sie älter werden, giftige Wirkungen äußern (siehe das folgende Kapitel). Ein Brot, welches aus solchem Mehl bereitet wird, in welchem mit dem Getreide viel Mutterkorn gemahlen wurde, ist fleckig, dunkler, speckig und bewirkt bei länger fortgesetztem Genusse die oft tödtlich endende Kriebelkrankheit, (auch Kornstaupe oder Brandseuche genannt), welche sich durch große Mattigkeit, Unlust zur Arbeit, Taubheit und Jucken an Händen und Füßen bemerkbar macht. Die nächsten Folgen sind dann heftige Krämpfe an Händen und Füßen, Hitze, Schwindel, Verlust der Geisteskräfte, furchtbare Convulsionen, Stumpfsinn und häufig der Tod. Die Kriebelkrankheit trat hin und wieder in manchen Gegenden Frankreichs, (Picardie ꝛc.), Rußlands, Norddeutschlands und der Lombardei epidemisch auf und forderte hier und da manche Opfer. Bei starken Vergiftungen trat der Tod schon nach wenigen Tagen ein; dagegen dauert der gewöhnliche Verlauf der Krankheit, die besonders das Nervensystem ergreift, vier bis sechs, auch wohl acht bis zwölf Wochen.

Auch der Taumellolch, ein Gras, welches als Unkraut unter dem Getreide wächst und dessen Samen ebenfalls giftig wirkt, kann die Vergiftung von Brot herbeiführen. Diesen Vorkommnissen hat besonders der Landmann die größte Beachtung zu schenken und von ihm muß verlangt werden, daß er dafür besorgt sei, daß sein Getreide keine solche gefährlichen Zugaben enthalte, oder wenigstens möglichst frei davon sei.

In Frankreich darf beispielsweise kein Korn gemahlen und zu Brot verbacken werden, in welchem die Samen der „Kornrade", welche

ebenfalls einen für den menschlichen Körper nachtheiligen Stoff, das „Saponin" enthalten, zahlreich vorhanden sind. Der höchst giftige Stoff, welchen das Mutterkorn enthält, heißt „Ergotin".

Auf welche Weise, so höre ich den freundlichen Leser fragen, soll man denn aber aus diesem Labyrinth von zufälligen oder absichtlichen Möglichkeiten Klarheit und Gewißheit erlangen? Nur noch ein wenig Geduld, und ein verschwindend kleines Quantum Mehl in Wasser sehr fein zertheilt und unter das Mikroskop gebracht, wird uns die Augen öffnen. Untersucht man den feineren Bau der verschiedenen Getreidesorten unter dem Mikroskop, so zeigt sich, daß ihre inneren Theile sich auf eine kleine Anzahl von Grundformen zurückführen lassen und gleich dem Zucker aus Sauer-, Wasser- und Kohlenstoff, jedoch in anderer Lagerung gebildet sind. Bekanntlich besteht der sogenannte Mehlkörper des Getreides aus vielen Zellen, die mit Stärkekörnern vollgepfropft sind. Diese Stärkekörner sind je nach der Getreideart von verschiedener Form und Größe und lassen sich sowohl an verschiedenen Eigenschaften untereinander erkennen, wie auch von ähnlichen Gebilden leicht unterscheiden. Die Stärke zeigt nämlich häufig einen eigenthümlich geschichteten Bau, ähnlich wie die Schalen einer Zwiebel. Die Stärkekörner des Weizenmehls zeichnen sich durch ihre Größe aus, ja, die größten sind sogar von bedeutendem Durchmesser, fast vollkommen rund oder linsenförmig und am Rande mit mehr oder weniger concentrischen Ringen versehen.*) Etwa 3—4 Mal kleiner als erstere sind die Stärkekörner des Gerstenmehls, welches sonst dem Weizenmehle sehr ähnlich sieht. Das Weizenmehl bildet große flache Scheiben mit dünnem Rande. Beide Sorten haben auch das gemeinsam, daß ihre Stärkekörner durch das Mahlen weder zertrümmert noch geöffnet werden. Anders ist das Verhältniß beim Roggenmehl. Dessen Stärkekörner sind mehr kugelig und die größten durch den Druck der Mühlsteine sternförmig oder kreuzweise aufgesprengt.**) Das Hafer- und Maiskorn enthält zusammengesetzte Stärkekörner, die durch das Mahlen größtentheils zertrümmert werden. Die einzelnen sehr kleinen Körnchen haben eine unregelmäßig vieleckige Form und zeigen im Mittelpunkt eine Höhlung. Die Körner der Reisstärke sind verschwindend klein und nicht rund, sondern durch gegenseitigen Druck abgeplattet und scharfkantig vieleckig, so daß sie kleinen Krystallen gleichen. Die bedeutendste Größe erreichen endlich die Körner der Kartoffelstärke, welche außerdem das charakteristische Merkmal besitzen, daß sie keine runde, sondern eine mehr unregelmäßige Form und eine eigenthümliche Schichtung um einen außerhalb des Mittelpunktes gelagerten Kern zeigen.

Die Reisstärke bildet, nebenbei gesagt, wegen der Kleinheit ihrer Körner ein viel zarteres Streupulver oder Haarpuder (poudre de riz)

*) Etwaige Sporen (Keimkörner) des Schmierbrandpilzes: rund, getüpfelt, bewimpelt, erdbeerähnlich.

**) Zellen des Mutterkorns: verschiedeneckig geformt, röthlichschwarz oder violett.

als andere Sorten, und die Kartoffelstärke eignet sich mit ihren großen Körnern da am besten, wo es sich um einen massigeren und compacteren Zusatz handelt.

Um endlich die außerdem noch auftretenden Formen zu erschöpfen, sei bemerkt, daß die Stärkekörnchen in den Samen der Erbsen, Bohnen und anderer Hülsenfrüchte in becherförmiger, bei den Tulpenzwiebeln in dreieckiger und bei dem Safte unserer Wolfsmilcharten in stabförmiger Gestalt vorkommen. Das Mengeverhältniß der Stärkekörnchen in dem Mehle der Getreidearten, der Erbsen, Bohnen und Linsen und der Kartoffeln ist sehr beträchtlich. Nach Liebig enthalten Weizen- und Roggenmehl 60—66, Gerste und Linsen 40—50, das Maismehl bis 78, der Reis bis 86 und die Kartoffeln (trocken) selbst über 70% Stärkemehl.

Die farblosen und durchsichtigen Stärkekörner besitzen außerdem die Eigenthümlichkeit, daß sie, sobald sie vorher mit Wasser angefeuchtet wurden, durch einen geringen Zusatz von Jodlösung blaugefärbt und auf diese Weise also untrüglich gekennzeichnet werden; während der Klebergehalt einer Mehlsorte durch Jodlösung rothbraun oder gelb gefärbt wird. Sollte die Reaction durch Jodlösung in Bezug auf Stärke verhindert werden, was bei einer alkalischen (laugensalzartigen) Flüssigkeit der Fall ist, (man erkennt diese Eigenschaft daran, daß dieselbe Flüssigkeit rothes Lackmuspapier blau färbt), so setze man etwas Essigsäure zu, wodurch die Stärkekörnchen eine sehr intensiv blaue Färbung annehmen werden.

Auch die Menge des gelblich erscheinenden Klebergehalts kann man

Fig. 45. Reines Roggenmehl; 420 mal vergr.



Fig. 46. Reines Weizenmehl; 420 mal vergr.

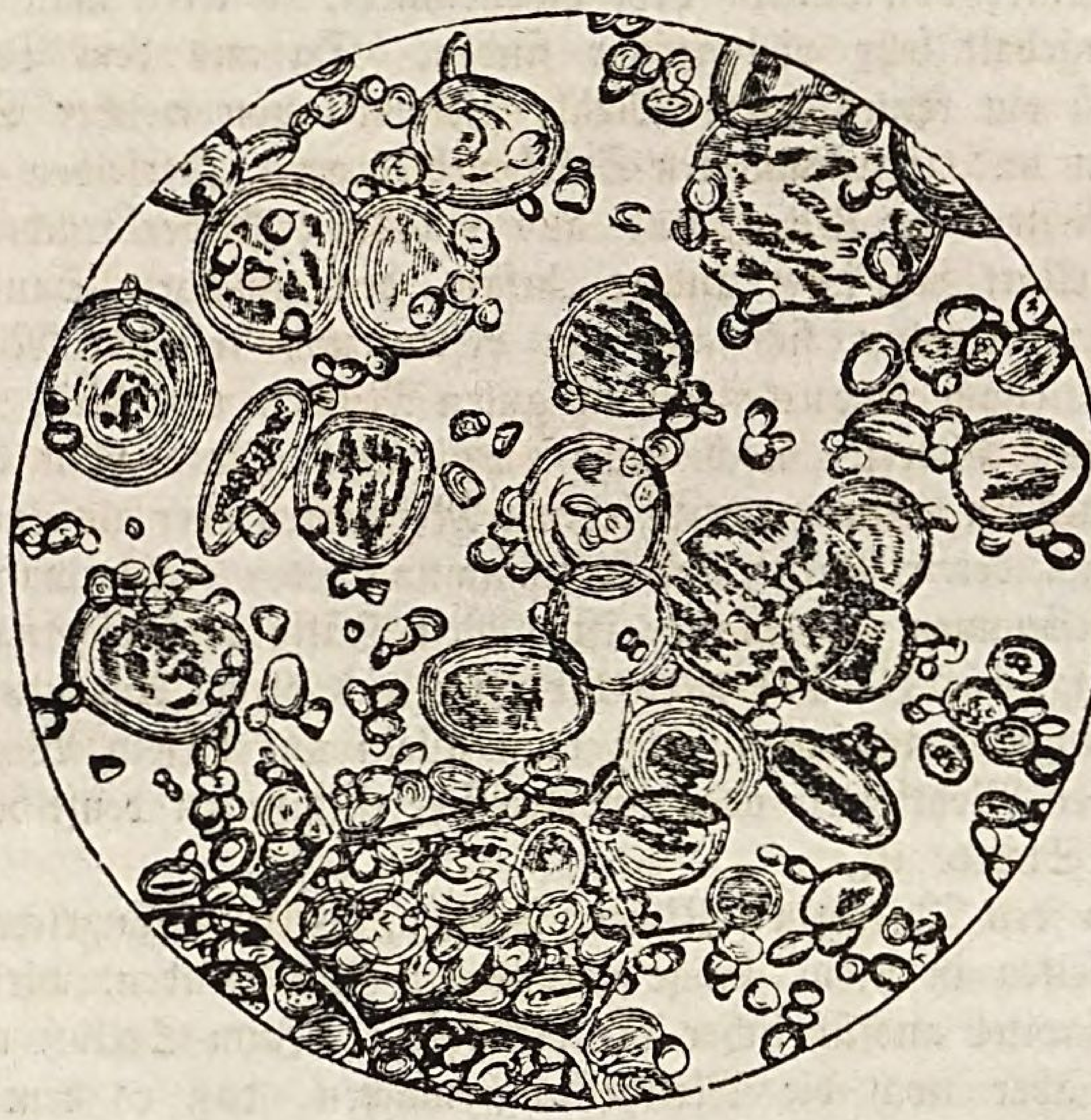


Fig. 47. Erbsenmehl; 420 mal vergr.



im Vergleich zum Stärkegehalt mikroskopisch sehr bequem abschätzen. Vergleicht man z. B. eine mit Jodlösung behandelte Probe von Weizenmehl mit einer von Linsen- oder Bohnenmehl, so wird man in letzterer den Klebergehalt sehr viel größer finden. Da aus dem Vorstehenden erhellt, daß ein reines gutes Mehl, gleichviel von welcher Sorte, nur aus ganzen und zertrümmerten Stärkemehlkörnern „derselben Gattung," aus den Resten der Zellen und aus einzelnen Kleberkörnchen bestehen muß, so erklärt sich jeder andere Zusatz, den etwaigen Sand von den Mühlsteinen, welcher sich auch im besten und reinsten Mehle findet, abgerechnet, (nach Klencke soll in guten Mühlen das Mehl von zwanzig Scheffeln Getreide noch nicht zwei Loth Sand vom Steine bekommen), als ein Gemenge verschiedener Mehlsorten oder als eine schädliche Beimischung, deren Natur und Abstammung jeder einigermaßen Geübte leicht zu bestimmen im Stande ist. Mit Hülfe der beigefügten Zeichnungen (Fig. 45, 46, 47) wird der Leser aus diesen Andeutungen leicht die Ueberzeugung gewinnen, daß man allein auf diesem Wege Verfälschungen der Mehlsorten oder betrügerische Zusätze zu denselben zu entdecken im Stande ist.

Von den Thierchen (Milben, Motten, Weizenschlängelchen), welche sich nicht selten in altem, lange gestandenen Mehle finden, wird in einem späteren Capitel ausführlicher die Rede sein. Zum Schluß wollen wir dem Leser aber noch die Mittheilung machen, daß es dem Chemiker Dr. Lehmann an der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Weidlitz bei Bautzen gelungen ist, aus Mehl von „ausgewachsenem" Roggen ein genießbares und in jeder Beziehung zufriedenstellendes Brot herzustellen. Die durch das Keimen der Getreidekörner entstehenden Veränderungen stehen nämlich hauptsächlich in einem theilweisen Löslichwerden des Klebers und dem dadurch herbeigeführten Verschwinden der Dehnbarkeit oder teigbildenden Eigenschaft desselben, sodann aber auch in einer Umwandlung des theilweise löslich gewordenen Stärkemehles in Gummi und Zucker. Dr. Lehmann's Untersuchungen ergaben, daß das Kochsalz die Eigenschaft besitze, den in Lösung befindlichen Kleber wieder unlöslich zu machen und ihm seine teigbildende Eigenschaft wieder zu ertheilen. Gestützt hierauf wurden nach voraufgegangenen Probeversuchen mit Genehmigung des königl. Kriegsministeriums in der Militair-Bäckerei zu Dresden unter Aufsicht eines Kriegskommissars die Versuche in größerem Maßstabe fortgesetzt. Man wählte Roggen, dessen Körner fast ohne Ausnahme gekeimt waren und ließ denselben absichtlich mit allen Keimen vermahlen. Es ergab 1 Scheffel, welcher 160 Pfund wog, gutes Mehl 102 Pfund, Nachgang 17 Pfund, Schwarzmehl 15½ Pfund, Kleie 16½ Pfund. Hiernach Verlust 9 Pfund. Von dem guten Mehle wurden 40 Pfund mit 31 Pfund Wasser und dem nöthigen Quantum Sauerteig ganz in gewöhnlicher Weise behandelt, und von dieser Masse die Versuchsbrote abgewogen. Es ergab sich das Resultat, daß das ohne einen Zusatz gebackene Brot kuchen-

förmig breit verlief, die Rinde sich ablöste, ein bläulicher Schliff sich bildete, das Gebäck ungenießbar war. Bei einem Zusatz von 1⅓ Loth Salz auf 3 Pfund Mehl wurde das Brot wesentlich besser; es behielt seine Form, die Rinde löst sich aber ab, und es zeigte sich immer noch ein kleiner Schliff an der unteren Seite: das Brot war genießbar. Ein Zusatz von 2 Loth Salz auf 3 Pfund Mehl zeigte die vollständige Wirkung: das Brot war ohne allen Schliff, locker, trocken und wohlschmeckend. Die Zubereitung ist einfach; vor dem Einwirken wird das in Wasser gelöste Salz zugesetzt, sonst in Allem verfahren wie gewöhnlich. Die gleichzeitig angestellten Versuche mit Mehl aus ausgewachsenem Weizen ergaben bis jetzt kein befriedigendes Resultat. Eine ähnliche Veränderung wie im feuchten Zustande erleidet der Getreidekleber auch beim Aufbewahren des Mehles, indem dieses das in der Luft enthaltene Wasser in hohem Grade anzieht. Die Folge davon ist, daß sich nach und nach die teigbildende Eigenschaft des Mehles vermindert und selbstverständlich auch die Beschaffenheit des Brotes darunter leidet. Nur durch künstliche Austrocknung und Abschluß der Luft läßt sich dieser Verschlechterung vorbeugen. — Zu den Mehlwaaren müssen außer der schon in ihren charakteristischen Eigenschaften erwähnten Stärke, der Sago und die sogenannten Kraftmehle gerechnet werden, denn beide Artikel bestehen eben nur aus Stärkemehlkörnern verschiedener Pflanzen. Den echten ostindischen Sago liefert uns das weiche, weiße, mit Stärkemehl erfüllte Mark der Sagopalme, welche in Ostindien ganze Wälder bildet. Sie ist zugleich die niedrigste Palme Ostindiens, denn der Stamm wird nur 15—30' hoch, aber mehrere Fuß dick. Das Innere desselben ist ganz mit dem weichen, den Sago liefernden Marke erfüllt, welcher nur von einer 2" dicken, aus Fasern gebildeten Holzrinde umgeben ist. Schlechtere Sorten werden aus dem Mark anderer palmenartiger Gewächse Ostindiens, Chinas und Neuhollands hergestellt. Dem echten Sago ergeht es indeß wie manchen anderen selteneren Producten, das heißt, er gelangt gar nicht oder nur selten zu uns. Nach Liebig ist der unter der Firma des echten ostindischen käuflich bei uns zu habende Sago meistens ein Fabrikat aus Kartoffelmehl und besteht daher aus Kartoffelstärkemehlkörnern, welche selbstverständlich ganz anders aussehen, als Palmenstärkemehlkörner. Figur 48 und 49 liefern Pröbchen von echtem und von Kartoffelsago in pulverisirtem Zustande.

Das sogenannte „Kraftmehl", das in neuerer Zeit einen gesuchten Handelsartikel bei uns bildet, ist das Stärkemehl verschiedener Wurzeln der heißen Zone. Es steht in dem Rufe großer Nährkraft und wird deshalb von den Aerzten schwächlichen Personen und Kindern als leicht verdauliches und kräftigendes Nahrungsmittel verordnet. Das berühmteste dieser Gattung war früher das unter dem englischen Namen Arrow-root in den Handel kommende amerikanische Kraftmehl, welches ursprünglich aus den Wurzeln einer in Westindien und Amerika wachsenden Pflanze, „der Pfeilwurz", gewonnen wurde. Es ist zugleich das

Fig. 48. Echter Sago; 240 mal vergr.

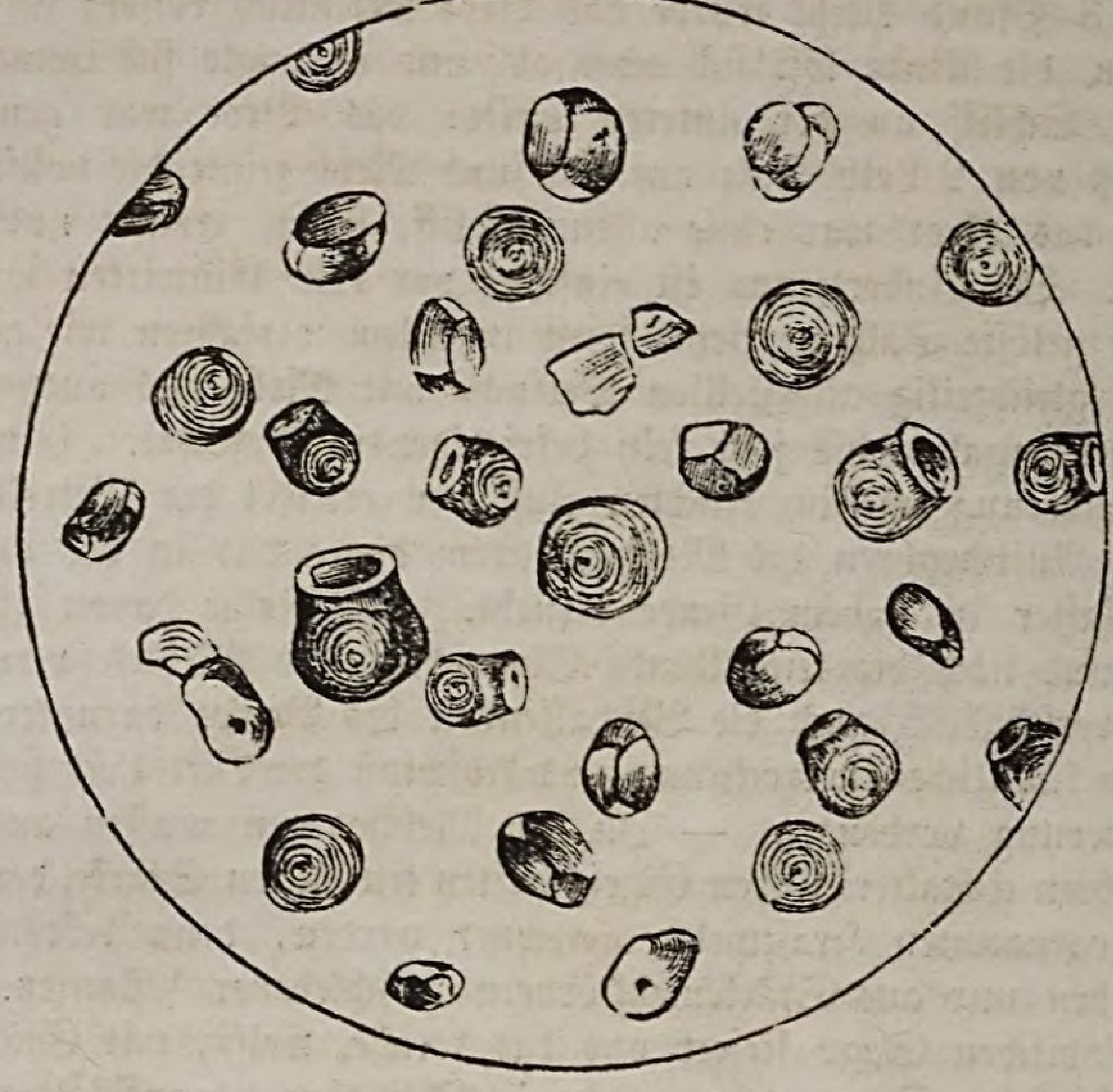
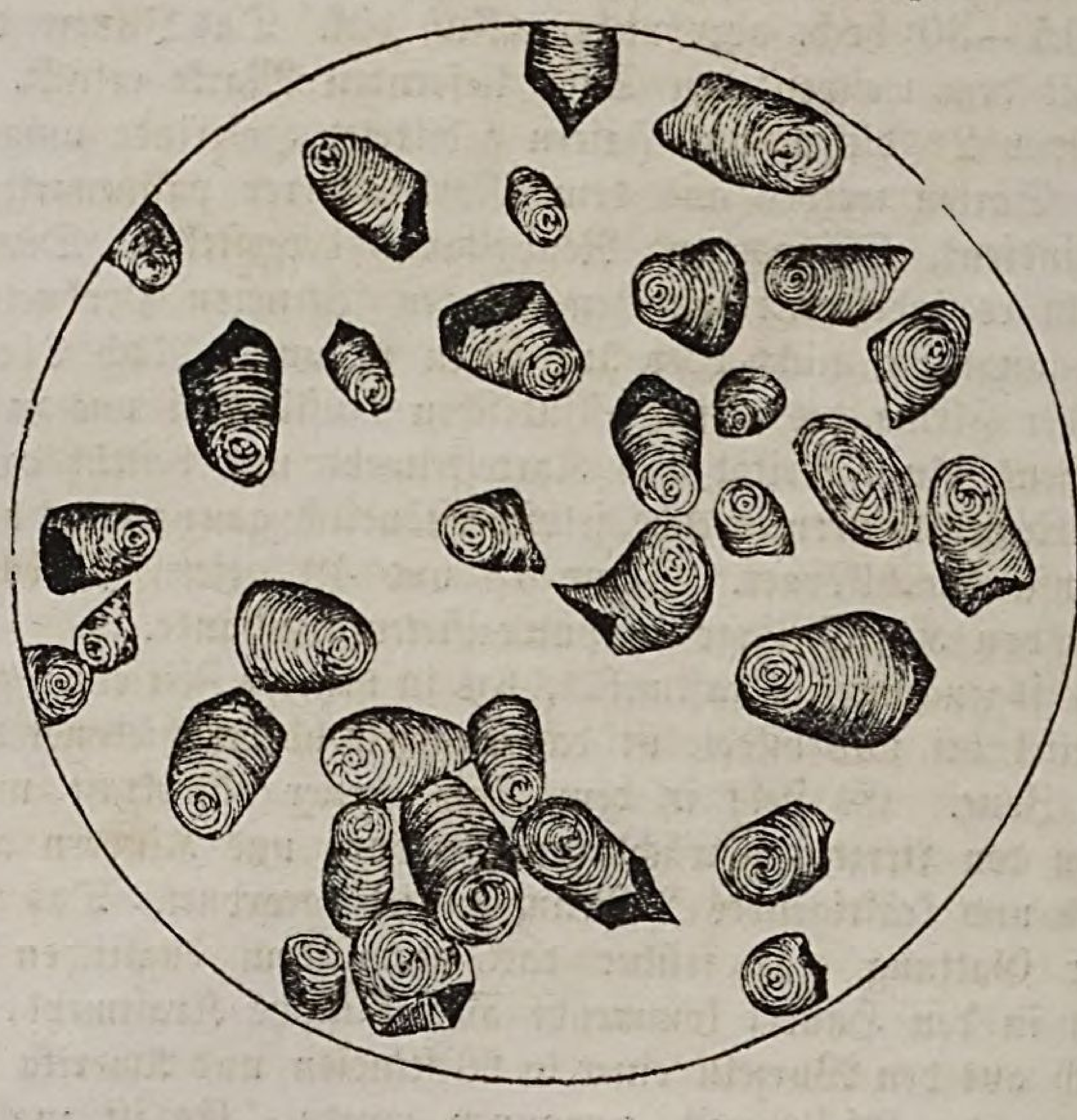
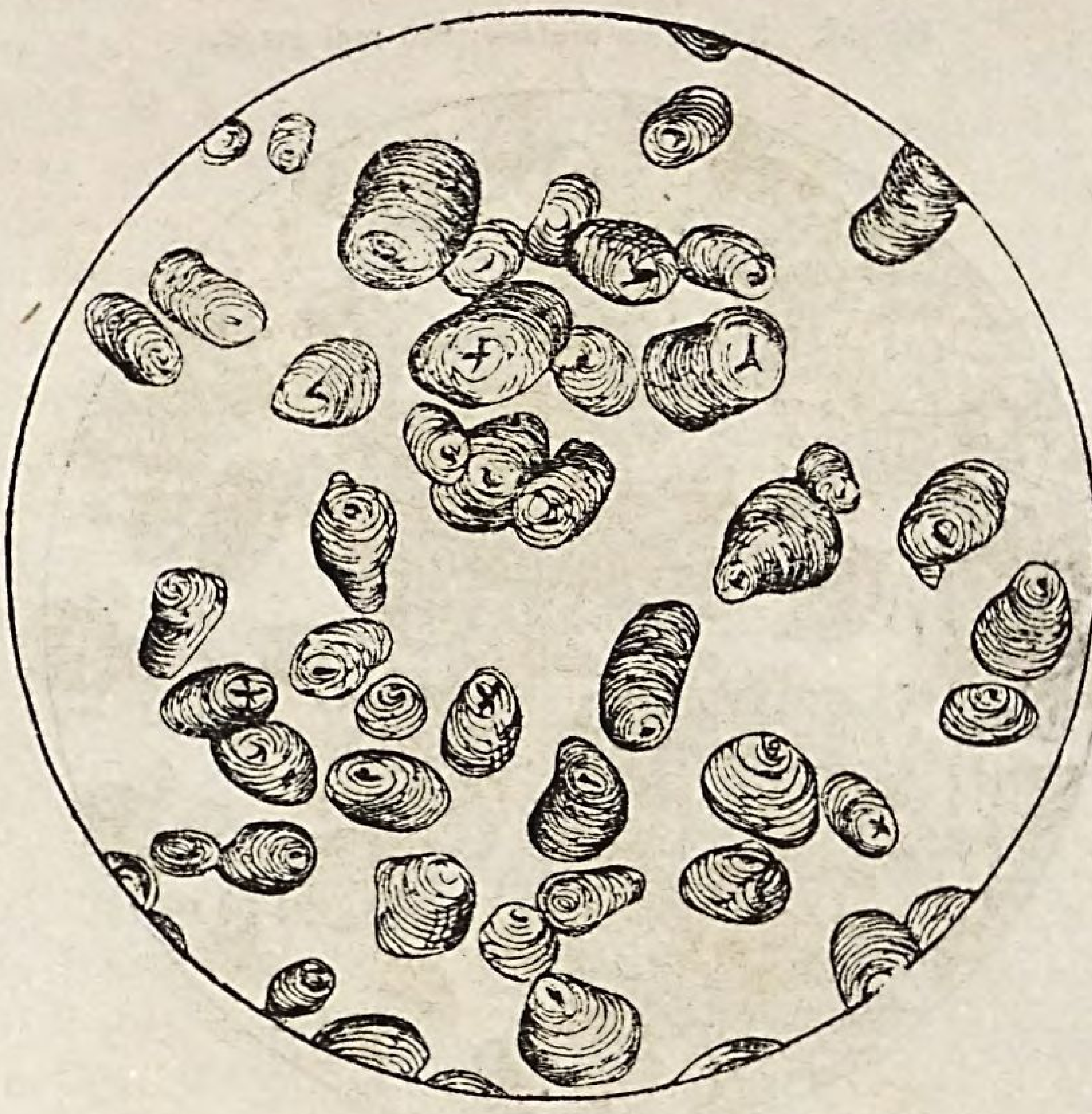


Fig. 49. Sago aus Kartoffelstärke; 240 mal vergr.



feinste Mehl zu Speisen und Backwaaren. Nach und nach wurden andere Sorten unter verschiedenen Namen nach Europa gebracht, welche aus den knolligen Wurzeln theils ostindischer, theils südamerikanischer, theils auf den Südseeinseln wachsender, theils einheimischer Pflanzen gewonnen werden. Jedoch hat die „Maranta-Arrow-root“ immer für die beste Sorte gegolten. Das echte Marantamehl bildet mit heißem Wasser keinen Kleister, sondern einen gleichmäßigen Schleim, und unterscheidet sich dadurch von dem Kartoffelmehl, außerdem auch durch die sternförmigen Sprünge, welche man häufig an den „birnförmigen“ Stärkekörnchen bemerkt (s. Fig. 50). Die Speculation der Neuzeit hat

Fig. 50. Maranta-Arrow-root; 220 mal vergr.



sich indeß nicht mit der Verfälschung der Arrow-root-Sorten begnügt, sondern auch künstliche Kraftmehle erdacht und diese unter einem fremdländischen Titel als Heilmittel gegen alle erdenklichen chronischen Krankheiten angepriesen. Die größte Berühmtheit hat unter diesen künstlichen Kraftmehlen Dr. du Barry's „Revalenta arabica“ erlangt, welche beim Publicum lange Zeit in großer Gunst gestanden hat, bis vor einigen Jahren auf mikroskopischem und chemischem Wege nachgewiesen wurde, daß dieses Kraftmehl nichts sei, als ein Gemenge von Linsenmehl mit etwas Gersten-, Hafer- und Maismehl und einem wenig Salz. Figur 51 zeigt eine Probe solcher Revalenta nach Dr. Klencke. (*a* ist Linsenmehl, zum Theil noch in den Zellen, *b* Gerstenmehl. Die kleinen Körnchen sind Klebermehlkörner aus den Linsenzellen.) Da 1 Kilogramm (2 Pfund) dieser Revalenta bei uns 8 Franken oder 2 Thlr.

4 Sgr. kostet, zur Herstellung derselben aber jene außerordentlich billigen Mehlsorten verwendet werden, so liegt es auf der Hand, daß das Publicum auf grobe Weise betrogen worden ist. — Klencke behauptet sogar, daß dasselbe auch von allen übrigen künstlichen Kraftmehlen gelte, welche unter den Namen Ervalenta, Semolina, Solanta, Racahout des Arabes, Polamoud des Turcs u. a. m. in den Handel gekommen sind. Was speciell die Ervalenta betrifft, so möge folgende Notiz zur Illustration dienen! Ein Engländer, Warton, verkaufte ein geheimes, gelbliches Nähr- und Gesundheitsmehl, das er „Ervalenta“ taufte. Ervalens heißt in der Botanik aber „die Linse“, und man hätte trotz des Geheimnisses und trotz des hohen Preises schon aus dieser Bezeich-

Fig. 51. Revalenta arabica; 220 mal vergr.



nung auf „Linsenmehl“ schließen können. Allerdings besitzen die künstlichen Kraftmehle noch mehr Nährkraft als die Arrowrootsorten, weil diese nur aus Stärkemehl, jene dagegen auch mit aus Klebermehl bestehen. Die Ansicht der Laien aber, wie auch mancher Aerzte, daß kleine, schwächliche Kinder, welche die Kuhmilch nicht vertragen, oder von Kräften gekommene Kranke durch Arrow-root-Schleim ernährt werden und wieder zu Kräften gelangen könnten, ist demnach eine durchaus irrthümliche, da das Stärkemehl der Pfeilwurz keine andere medicinische Wirkung haben kann, als das Stärkemehl unserer einheimischen Pflanzen. —

Wir kommen jetzt zu einigen Nahrungsmitteln, die zwar nicht unumgänglich nothwendig sind, die sich aber im Laufe der Zeiten bei

uns eingebürgert haben, nämlich zu den sogenannten Colonialwaaren, „Kaffee, Thee und Chocolade". Der Kaffee ist bekanntlich die Frucht des mit immer grünen, glänzenden Blättern begabten gegen 30' hohen Kaffeebaumes, der die merkwürdige Eigenschaft hat, daß er gleichzeitig Blüthen, unreife grüne und reife rothe Früchte (2fächerige Beeren, deren zwei Kerne mit der flachen gefurchten Seite gegen einander liegen) trägt. Sein eigentliches Vaterland ist der Theil des inneren Afrika, welcher zwischen dem Niger und Abessynien sich befindet. Von da ist er nach Arabien, welches gegenwärtig die kleinen dunkelgelblichen Mokkabohnen als beste Sorte liefert, und von dort nach Ost- und Westindien verpflanzt worden. Nach Java wurde er beispielsweise gegen Ende des 17. Jahrhunderts durch einen Amsterdamer Bürgermeister verpflanzt, und erst im 18. Jahrhundert kam er von dort nach den Antillen.

Ursprünglich war Kaffee bei uns ein Luxusgetränk; gegenwärtig aber giebt es wohl keine Haushaltung, in welcher des Morgens der Kaffee fehlte. Zur Zeit produciren Java, Westindien und Brasilien die meisten Bohnen, und in Arabien, Nordafrika und Amerika, sowie im mittleren, südlichen und westlichen Europa ist Kaffee jetzt das gewöhnlichste Getränk*). Kein Wunder also, daß der Kaffee einen höchst wichtigen Handelszweig bildet.

Fragt der Leser nun nach den nährenden Bestandtheilen des Kaffee, so müssen wir gestehen, daß die Wissenschaft über diesen Punkt noch nicht ganz im Klaren ist. Man hat nämlich den Kaffee chemisch untersucht und gefunden, daß in ihm ein eigenthümlicher stickstoffhaltiger Kaffeestoff (Coffeïn) vorhanden ist. Merkwürdigerweise hat man auch im Thee auf chemischem Wege einen Theestoff (Theïn) gefunden, der ganz dieselbe chemische Zusammensetzung hat. Ferner haben in der neuesten Zeit Reisende in Westafrika in der Kokanuß, einer von den Eingebornen sehr hoch geschätzten Frucht, denselben Stoff, den Thee- oder Kaffeestoff gefunden. Da nun Kaffee, Thee und Kokanuß von den verschiedensten Völkern genossen, sich gegenseitig ersetzen, und da es ja außerdem Thatsache ist, daß der Instinkt Millionen dazu treibt, einen dieser Stoffe, die eben einen wichtigen Bestandtheil gemeinschaftlich enthalten, zu genießen (in Europa und Amerika werden jährlich über 80 Millionen Pfund Thee und im Zollverein über 60 Millionen Pfund Kaffee verbraucht), so muß uns diese Erfahrung der beste Beweis dafür sein, daß der Genuß von Kaffee und Thee für den Menschen vortheilhaft ist. Die Wissenschaft betrachtet den Kaffee theils als Gewürz, insofern er gleich anderen Gewürzen dahin wirkt, daß der Magen mehr Verdauungsflüssigkeit absondert; theils als Medicin, insofern er die

*) Das erste europäische Kaffeehaus wurde 1551 in Constantinopel eröffnet; 1652 folgte London; Frankreich erhielt dasselbe erst im Jahre 1670 und zwar das noch heute in Paris existirende Café Procope. Deutschland folgte 1694 mit einem Kaffeeschank in Leipzig und 1696 in Nürnberg nach.

geistige Thätigkeit, die Thätigkeit unserer Nerven, anregt. Erstere Wirkung erzielt man beispielsweise nach Tische am besten dadurch, daß man einfach schwarzen Kaffee ohne jede Zuthat genießt. Soviel über die Wirkung dieses Getränkes.

Wer den Kaffee in rohem Zustande (grüne Bohnen) oder geröstete, aber ganze Kaffeebohnen kauft, kann zwar in Bezug auf die Sorte betrogen werden, jedoch seltener verfälschten Kaffee bekommen. Wir sagen, zum Schrecken mancher Hausfrau, seltener, weil es nämlich erwiesene Thatsache ist, daß nach dem Vorbilde von England und Frankreich auch bei uns ganze Kaffeebohnen, namentlich die Formen von theureren Sorten, wenn zwar aus unschädlichen, so doch werthlosen Stoffen, als Cichorienpulver, Kaffeesatz, Thon ꝛc. künstlich nachgebildet und den echten Bohnen beigemengt werden; wie es ferner auch kein Geheimniß ist, daß es große Fabriken giebt, welche sich nur mit dem Färben der Kaffeebohnen beschäftigen. Um vor letzterem, nicht gerade appetitlichen Verfahren sicher geschützt zu sein, empfehlen wir, vor dem Einkauf „Proben" in Wasser zu waschen, an welches die gefärbten Bohnen ihren Farbestoff abgeben.

Noch umfangreicher ist die Verfälschung mit dem gebrannten und gemahlenen Kaffee. Ihren Höhepunkt erreicht dieselbe zwar in England, wo Jedermann Kaffee, Gewürz ꝛc. in gemahlenem Zustande, ja selbst Zucker in Pulverform einkauft; allein auch bei uns ist der in gemahlenem Zustande käufliche Kaffee weniger frei von Fälschung. Die gewöhnlichste besteht in Zusatz theils werthloser, theils geringerer Pflanzenstoffe, die in geröstetem Zustande einen dem Kaffee ähnlichen Geschmack haben, als Cichorien-, Möhren- oder Runkelrübenwurzeln, Eicheln, Weizen- oder Gerstenkörner. Daß gemahlener Kaffee verfälscht sei, kann man allerdings am Geschmack des Getränkes erkennen, womit er aber verfälscht ist, darüber kann am schnellsten die mikroskopische Untersuchung des Kaffeesatzes entscheiden. Ja, ein halber Tropfen von dem Reste zubereiteten Kaffees, der am Boden der Tasse oder Kaffeekanne zurückbleibt, ist hinreichend, um aus dem feinen Bodensatze desselben zu erkennen, ob der getrunkene Kaffee rein und unverfälscht, oder ob er mit Cichorien ꝛc. versetzt war.

Die Kaffeebohnen bestehen nämlich aus zweierlei Geweben, deren feiner Bau sehr charakteristisch ist: einem äußeren Häutchen, das zusammengesetzt ist aus länglichen Zellen mit verdickten Wänden, die eigenthümliche, meist schiefgestellte Tüpfel und Streifen zeigen, (s. Fig. 52a) und dem Kerne der Bohne, welcher wie andere ölige Samen (s. Fig. 52b) auf feinen Durchschnitten rundliche Zellen zeigt. Diese Zellen enthalten eine feinkörnige Masse und einige Fettkügelchen, die beim Rösten das aromatische Oel bilden und überhaupt dem Kaffee seinen Wohlgeruch und Wohlgeschmack verleihen. In der nicht zu stark gebrannten Bohne behalten beide Gewebe ihre charakteristischen Formen, ja, die dickwandigen Zellen werden auch durch das Kochen wenig verändert und erscheinen

noch nachher mit einer dunkeln, körnigen Masse erfüllt. Jedes Kaffeepulver, ja, jeder Bodensatz von Kaffee muß diese genannten Zellenformen rein enthalten. Weist das Mikroskop andere Bestandtheile nach, so liegt eine Fälschung vor. Viele dieser Zusätze lassen sich ihrem Ursprunge nach leicht erkennen; sie zeigen theils andere, getüpfelte, punktirte oder gestreifte Zellenwände (wie Fig. 53c und d) oder auch

Fig. 52. Bestandtheile der ungebrannten Kaffeebohne; 320 mal vergr.

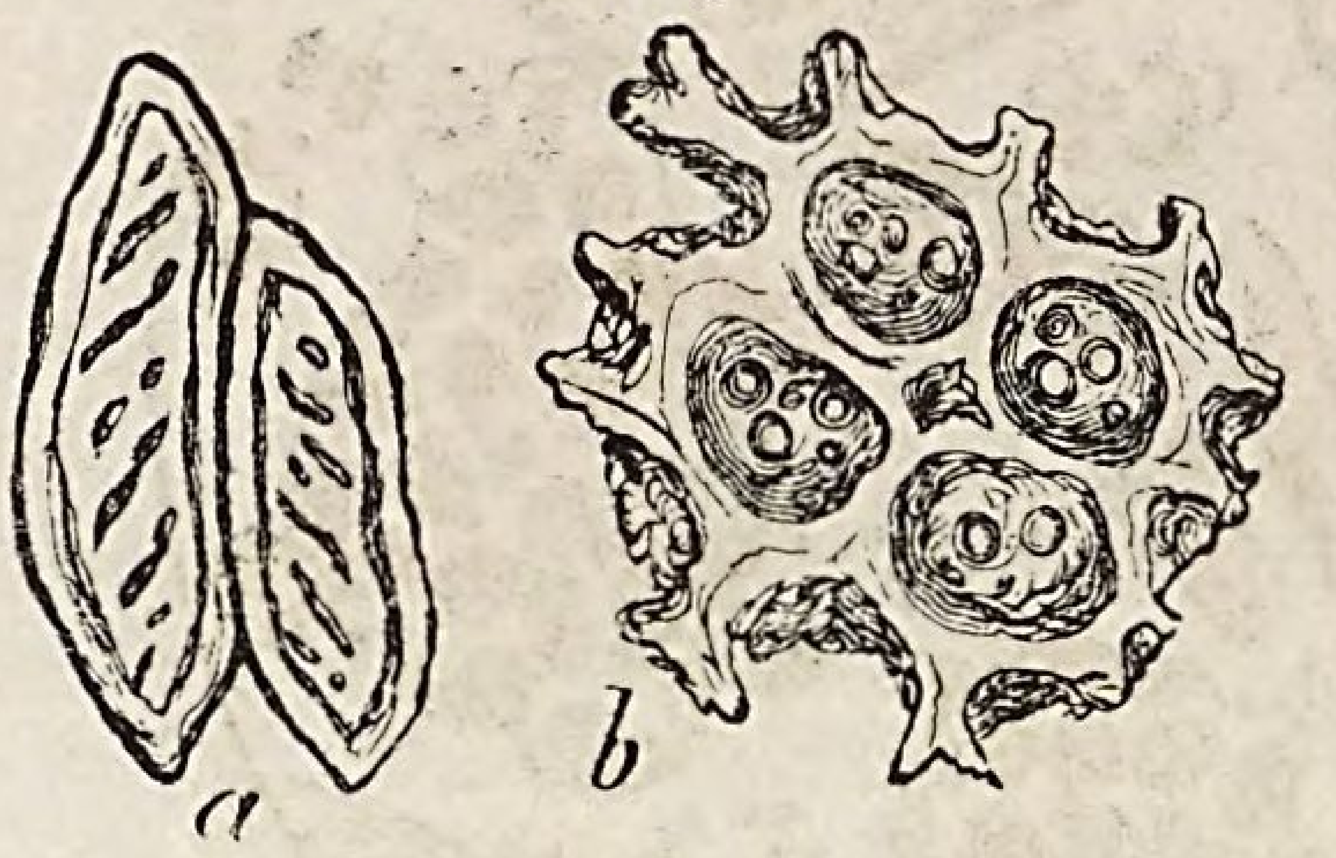
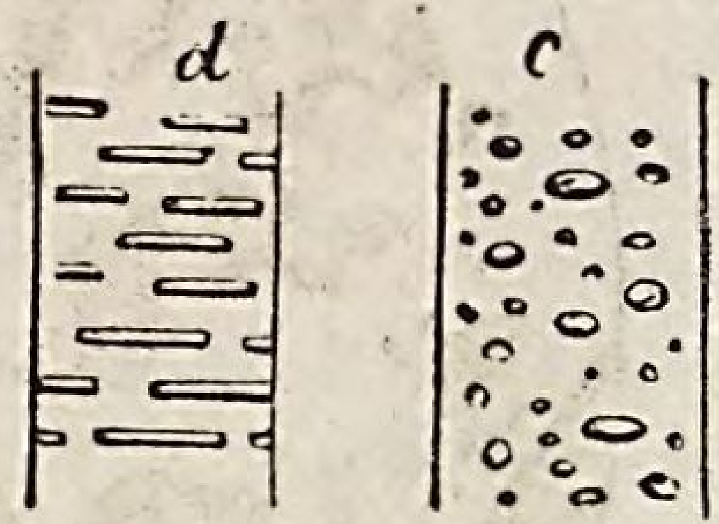
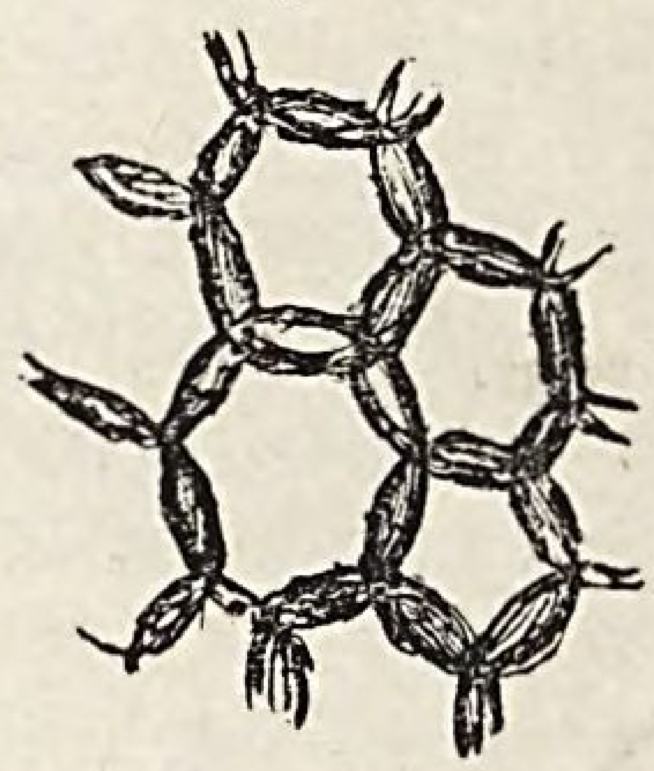


Fig. 53.



Parenchymzellen, eine Art Zellen, welche durch gegenseitigen Druck etwa ebenso breit als lang erscheinen, so daß sie einige Aehnlichkeit mit allseitig abgeplatteten Kugeln oder auch mit zusammenhängenden Seifenblasen haben, s. Fig. 54, wie sie im echten Kaffee nicht vorkommen. Den besten Beweis der Verschiedenheit liefern die Figuren 55 u. 56, von denen erstere Kaffeesatz von reinem Kaffee und letztere ein Pröbchen Bodensatz von verfälschtem Kaffee (durch Cichorien- und Eichelpulver) darstellt. a sind Kaffeezellen, b Cichorienzellen, getüpfelt; c Gruppen von Stärkemehlkörnern der Eichel.

Fig. 54.



Ein anderes, nicht mikroskopisches Verfahren, den Hotel- oder Gasthauskaffee auf so einfache wie sichere Weise zu controliren, ist folgendes. Man vermische einen Theil des Getränkes mit Chlorwasser (Bleichwasser) und lasse dieses Gemisch dann in einem Tuschnäpfchen bis zum trockenen Rückstand abdampfen, ohne es stark dabei zu erhitzen. Ist der Rückstand purpurroth geworden, und wird er durch starkes Erhitzen goldgelb, aber durch einige Tropfen Ammoniakgeist wieder roth, so ist es wirklich Kaffee (Coffeïn). Alles, was diese Farbeneigenschaft nicht zeigt, ist Zusatz fremder Stoffe.

Was sagen unsere verehrten Leserinnen aber zu der Behauptung, daß dieses ihr Lieblingsgetränk — freilich, als es noch Luxusgetränk war — auch seine Widersacher fand und sogar obrigkeitliche Verbote und Strafen herbeiführte? Zur Erhärtung unserer Behauptung erwähnen wir nur das eine Factum, daß noch vor kaum hundert Jahren im damaligen Kurfürstenthum Hannover die Dorfschulzen jeden Kaffeekessel der Bauern pfändeten und kassirten, und daß selbst bis in die neuere

Fig. 55. Bodensatz von reinem Kaffee; 140 mal vergr.

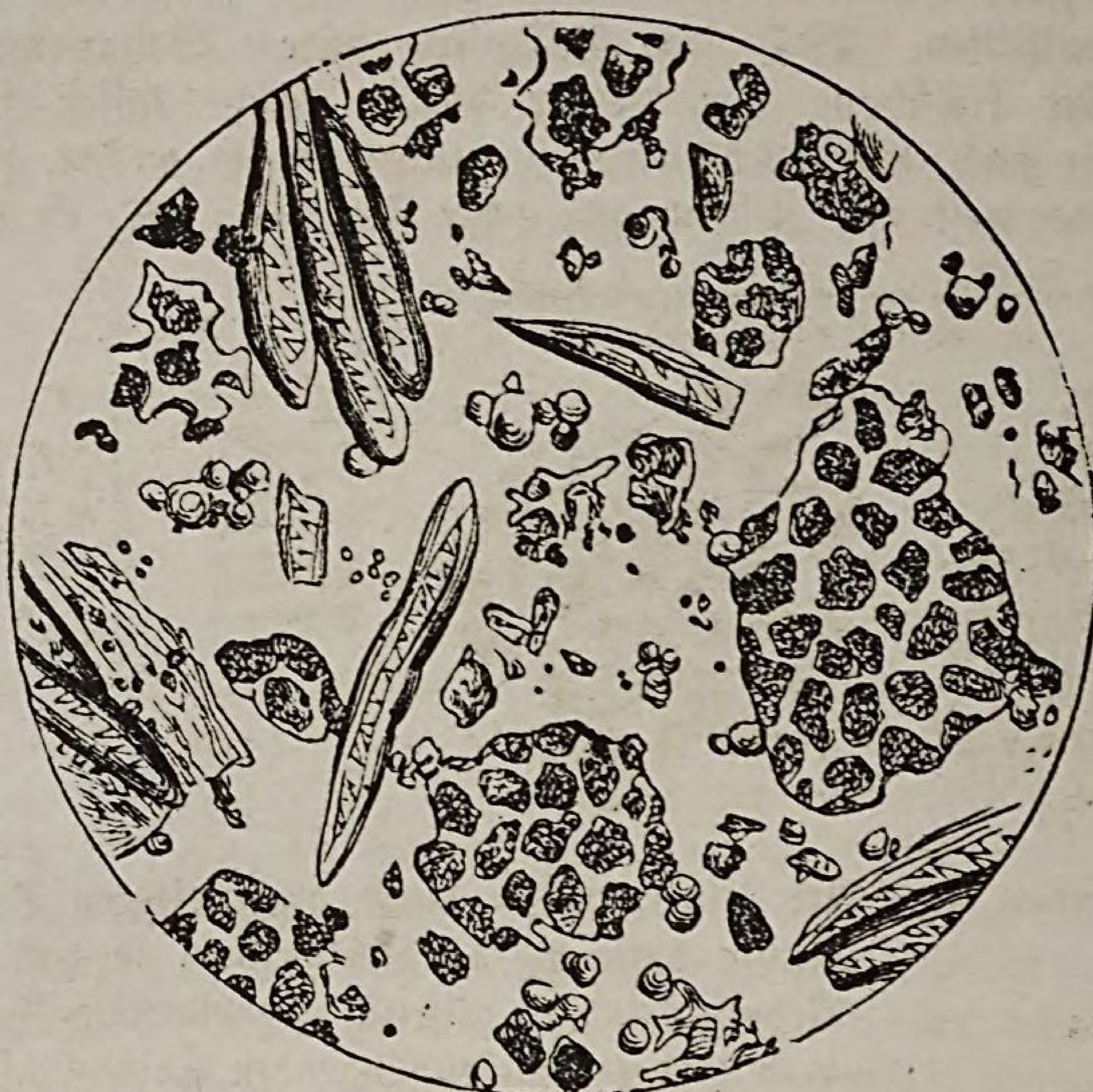


Fig. 56. Bodensatz von verfälschtem Kaffee; 140 mal vergr.



Zeit hinein kein Landkrämer, bei Verlust der Concession, Kaffeebohnen verkaufen durfte. —

Wenden wir uns nun zu dem Getränke, welches besonders in Amerika und England den Kaffee überhaupt sehr stark und in Rußland aus verschiedenen Kreisen als „Frühstücksgetränk" verdrängt und sich dagegen bei uns als „Abendgetränk" gewissermaßen das Bürgerrecht erworben hat, nämlich zum „Thee". Derselbe ist, um gleich nach seinem Vaterlande zu schweifen, das Nationalgetränk der Chinesen und bildet eine Hauptquelle des Wohlstandes von Südchina; denn der Ertrag der jährlichen Ausfuhr beläuft sich auf ca. 60 Millionen Thaler. Was die medicinische Wirkung betrifft, so unterscheidet sich das Getränk Thee von dem Getränk Kaffee durch seinen Eisen- und Mangan- (Braunsteinmetall) gehalt. Wir genießen nämlich in dem Thee von manchen Theesorten, namentlich im Pecco- und Souchongthee, ein Getränk, welches den wirkenden Bestandtheil der wirksamsten Mineralquellen enthält, und so geringe auch die Menge Eisen sein mag, die man täglich darin zu sich nimmt, so kann dieselbe auf die zum Leben nothwendigen Vorgänge nicht ohne Einfluß sein. Den Theestoff (Theïn), welcher wie Coffeïn und ähnliche Stoffe auf dieselbe Menge Stickstoff weniger Kohlenstoff enthält, als die Blutbestandtheile, kann man sich durch folgendes Experiment leicht verschaffen. Man legt gewöhnliche Theeblätter in ein Uhrglas, bedeckt sie leicht mit Papier und erhitzt sie auf einem heißen Bleche allmählich bis zur Bräunung. Bald darauf wird man lange, weiße, glänzende Krystalle sich an das Papier und die Theeblätter anlegen sehen; diese sind das Theïn. Die Güte der verschiedenen Theesorten hängt von der Zeit der Einsammlung der Blätter (4mal jährlich), auch von der Witterung, der Tageszeit und von den Spielarten des Theestrauches ab. Zu manchen Sorten müssen die Blätter durchaus bei hellem Wetter, 10 Uhr Vormittags gepflückt werden; an Regentagen geben 7 Pfund Blätter etwa nur so viel als 4 Pfund, bei Sonnenschein gesammelt. Man unterscheidet besonders 1) grünen Thee (Kaiser- oder Blumenthee) und 2) schwarzen Thee (Karavanenthee*), Peccothee rc.) Beide Sorten können aus demselben Districte kommen, ja, von ein und demselben Strauche stammen; nur Ernte und Behandlung sind verschieden. Die Asiaten trinken nur schwarzen Thee; derselbe wird durch Trocknen in glühenden Pfannen hergestellt.

---

*) Unter Karavanenthee werden alle edleren schwarzen und grünen Sorten verstanden, welche nicht zu Schiffe, sondern über Rußland zu Lande nach Europa gekommen sind. Sie sind allerdings am feinsten, duftigsten und unverdorbensten, da sie nicht den Einflüssen der Seeluft, der Schiffsräume und des Seewassers ausgesetzt wurden. Indeß ist der wirkliche Karavanenthee in Deutschland höchst selten, wenn er auch von Kaufleuten so genannt wird, um einen feinen Thee preiswürdiger zu machen. Gewöhnlich ist er die feinste Sorte des Souchong, der in zwei Arten, in einer breitblättrigen, gelblichen, nicht gerollten und fein duftenden, und in einer dunkelbraunen, in's Grünliche spielenden, festgerollten Sorte über St. Petersburg kommt.

Wir können uns hier nur mit dem in neuerer Zeit hauptsächlich von England aus in den Handel gebrachten „Theepulver" näher beschäftigen und dürfen die überraschenden Fälschungen der Theeblätter nur vorübergehend berühren. Nach Klencke nehmen die Chinesen selbst schon viele Betrügereien mit dem Thee vor, welche theils in Beimengung von Blättern anderer Pflanzen (z. B. Camellienblätter), theils in Zusätzen von nachtheiligen Farbestoffen bestehen. So ist beispielsweise aller grüner Thee mit Berlinerblau gefärbt, wie zuerst der englische Botaniker Fortune, welcher jahrelang in den Theedistrikten Chinas verweilte, beobachtet hat. Sodann thun auch die europäischen Händler und Verkäufer häufig noch das Ihrige, indem sie nach Klenke's Angabe die echten Theeblätter mit getrockneten und zusammengerollten Blättern verschiedener Bäume, Sträucher und Pflanzen (Pappel-, Eichen-, Weiden-, Platanen-, Buchen-, Ulmen-, Hagedorn-, Schlehen-, Hollunder- und Erdbeerblättern) vermischen, so daß manchmal kaum der vierte oder dritte Theil aus wirklichen Theeblättern besteht. Da durch das Kochen die zusammengerollten Blätter wieder entfaltet werden, so kann man alle jene fremdartigen Beimengungen entdecken, denn die Blätter der genannten Pflanzen sehen sammt und sonders ganz anders aus, als die Blätter des echten Theestrauches. (Dieselben sind ganz kurz gestielt, elliptisch oder länglich-lanzettlich, gesägt und kahl, und haben mit unsern Kirschblättern gewisse Aehnlichkeit.) Eine andere Fälschung des Thees besteht darin, daß man bereits ausgekochte Theeblätter wieder zusammenrollt, trocknet und pulverisirtes Katechuharz (von der in Ostindien heimischen Katechupalme) hineinthut, um ihnen den durch das Aufbrühen verloren gegangenen Gehalt an Gerbsäure wiederzugeben. — Was nun das erwähnte Theepulver betrifft, welches man unter verschiedenen Benennungen in den Handel zu bringen angefangen hat, so hat die mikroskopische Untersuchung verschiedener Sorten ergeben, daß dasselbe entweder größtentheils oder ganz und gar aus Stoffen besteht, welche mit dem Thee gar nichts gemein haben. Um die, zum Theil schädlichen, ja geradezu giftigen Stoffe, welche in solchen Theepulvern vorkommen, aufzufinden und zu bestimmen, folglich die Verfälschungen zu entdecken und zu beweisen, ist das Mikroskop wiederum ein willkommenes, sicheres Mittel. Bei wirklich echtem Theepulver, welches aus pulverisirten Theeblättern besteht, muß nämlich nach dem Aufguß der Bodensatz aus Gruppen zusammenhängender Zellen der zerstörten Theeblätter bestehen. Und zwar bestehen die Theeblätter aus dreierlei Zellenformen, indem sowohl die Oberhaut der oberen und der unteren Blattfläche, als auch das zwischen beiden Häuten befindliche chlorophyllhaltige Parenchym aus eigenthümlich geformten Zellen zusammengesetzt ist. Fig. 57 zeigt in 350facher Vergrößerung die 3 verschiedenen Zellenformen aus Bruchstücken echter Theeblätter: *A* sind die Zellen der oberen, *B* die der unteren Oberhaut und *C* die chlorophyllhaltigen

Parenchymzellen. Fig. 58 und 59 liefern im Gegensatz dazu Proben von 2 gefälschten Theepulversorten, und zwar Fig. 58 ein Theepulver, welches aus Fragmenten (Bruchstücken) von Theeblättern (*a*), Sand (*b*), Stärkemehlkörnern (*c*), wahrscheinlich einer Getreideart, Gruppen von

Fig. 57. Theilchen echter Theeblätter aus Theesatz; (beste grüne Sorte).



Reißblei (*d*), Theilen einer glimmerartigen Substanz (*e*), Zellen von **Curcuma** (*f*) (Gelbwurz oder Gurkemei-Ostindien) und Bruchstücken von Indigo (*g*) besteht. Fig. 59 bietete in Theepulver, welches gar keinen Thee enthält, sondern aus Weizenmehl (*a*), Bruchstücken von Katechuharz (*b*) und den im Katechuharz (*c*) vorkommenden Krystallnadeln zusammengesetzt ist. Das in Fig. 58 abgebildete Theepulver hat man zur Nachahmung von sogenanntem „Caperthee" oder „Gunpowder-(Schießpulver)-Thee verwendet, worunter man einen in Form harter Körner in den Handel kommenden Thee versteht, welchen die Chinesen durch Zusammenkleben von Staub verschiedener Theesorten vermittelst Gummi bereiten. — Zum Schluß noch zwei Curiosa über Bereitung und Genuß von Kaffee und Thee auf den Sundainseln (Asien) und in Chili (Südamerika). Auf Sumatra, wo so viel und so guter Kaffee wächst, bereiten die Einwohner den Kaffee nicht so wie wir. Sie dörren und kochen vielmehr die Blätter des Kaffeebaums und trinken die so erhaltene Flüssigkeit als Kaffeethee. Auch meinen sie, dies sei ein viel kräftigeres und gesünderes Getränk als die Abkochung der Kaffeebohnen. Der Geschmack dieses Kaffeeblättertranks ist bitter, wird aber, wenn man das Getränk mit Milch vermischt, ganz angenehm. — Auch in Mokka, wo der beste Kaffee der Welt wächst, soll man statt der Bohnen die Hülsen derselben verwenden, um ein Getränk zu bereiten, welches die Stelle des eigentlichen

Fig. 58. Verfälschter Caperthee; 350 mal vergr.

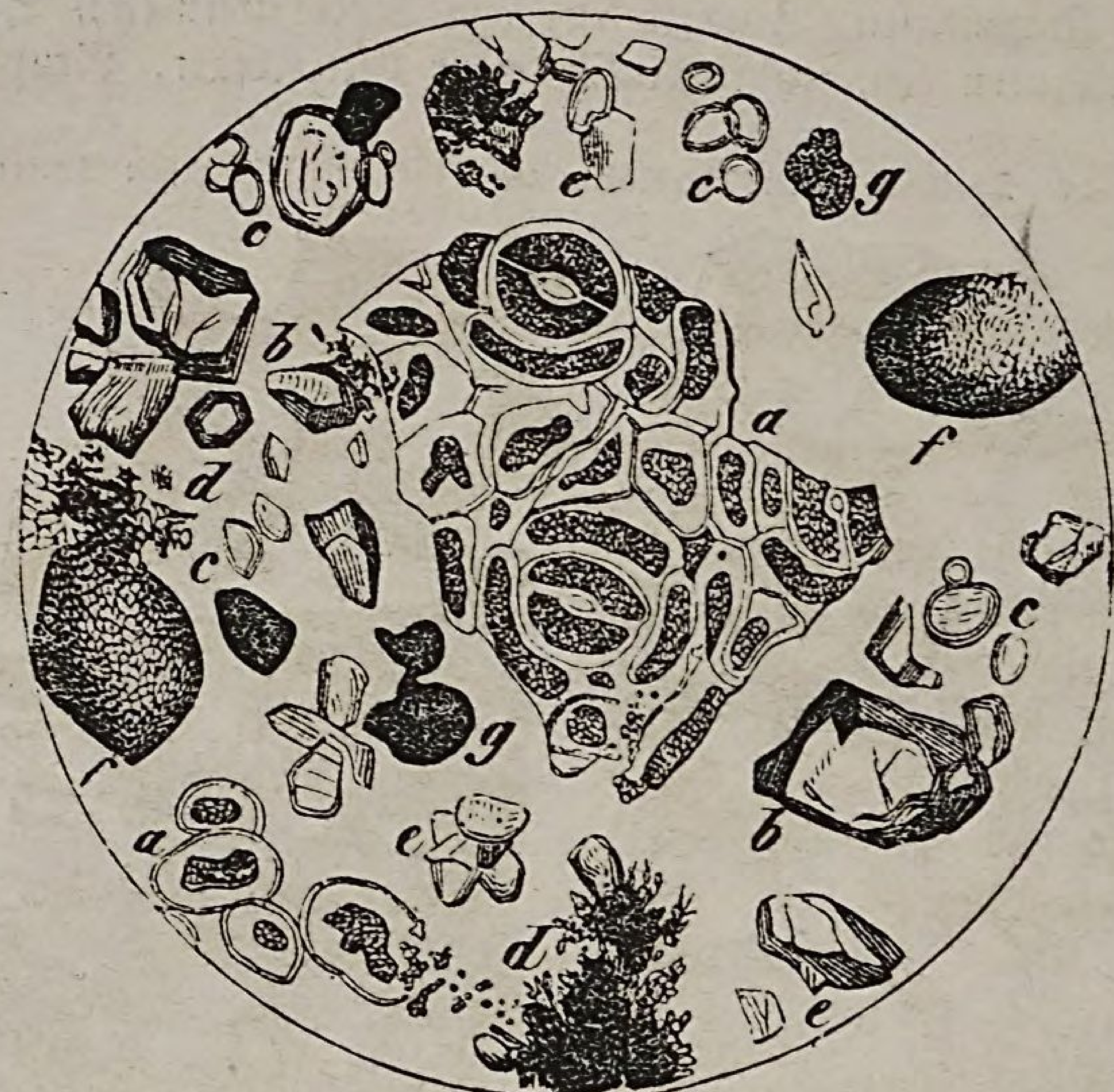
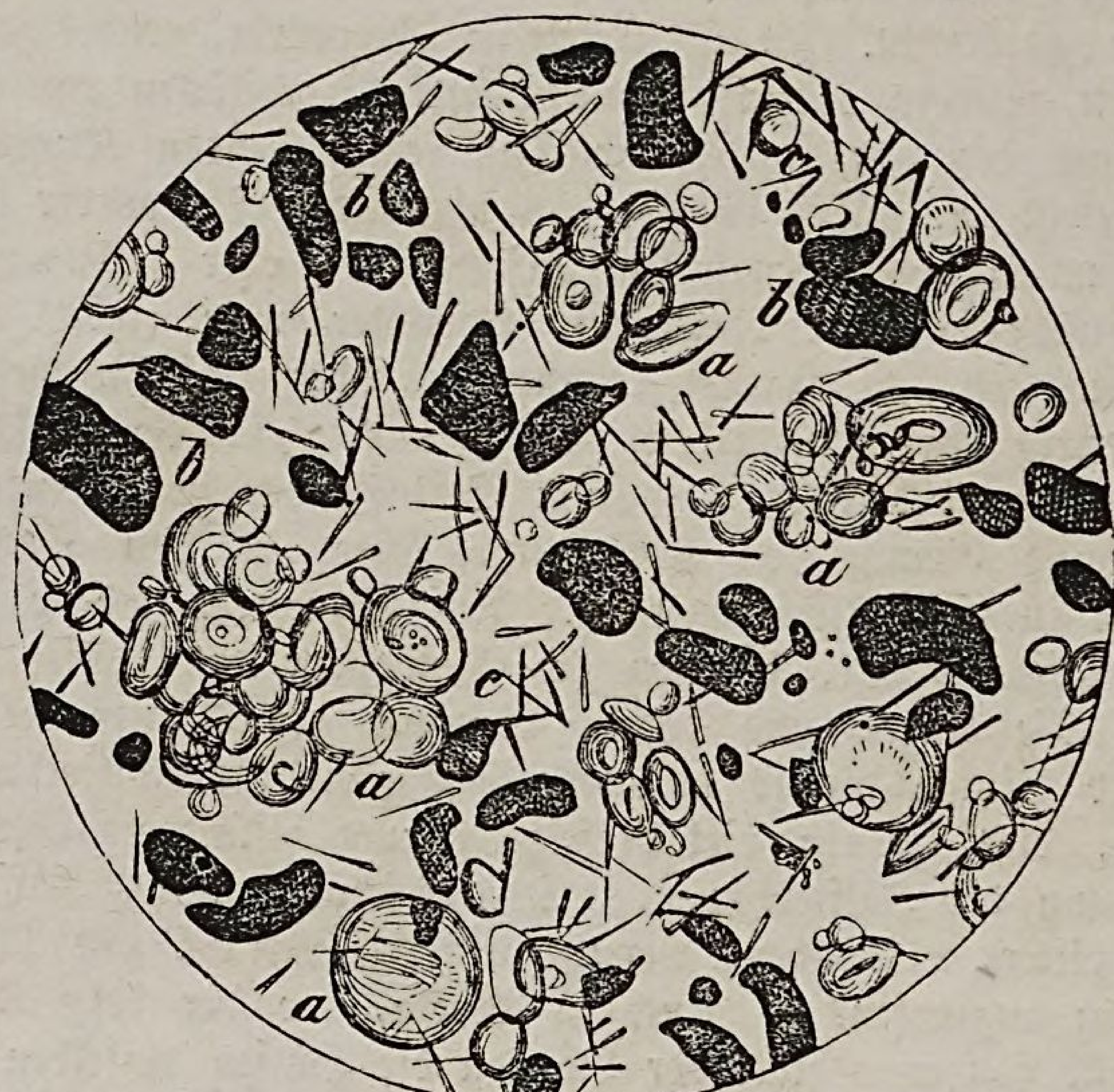


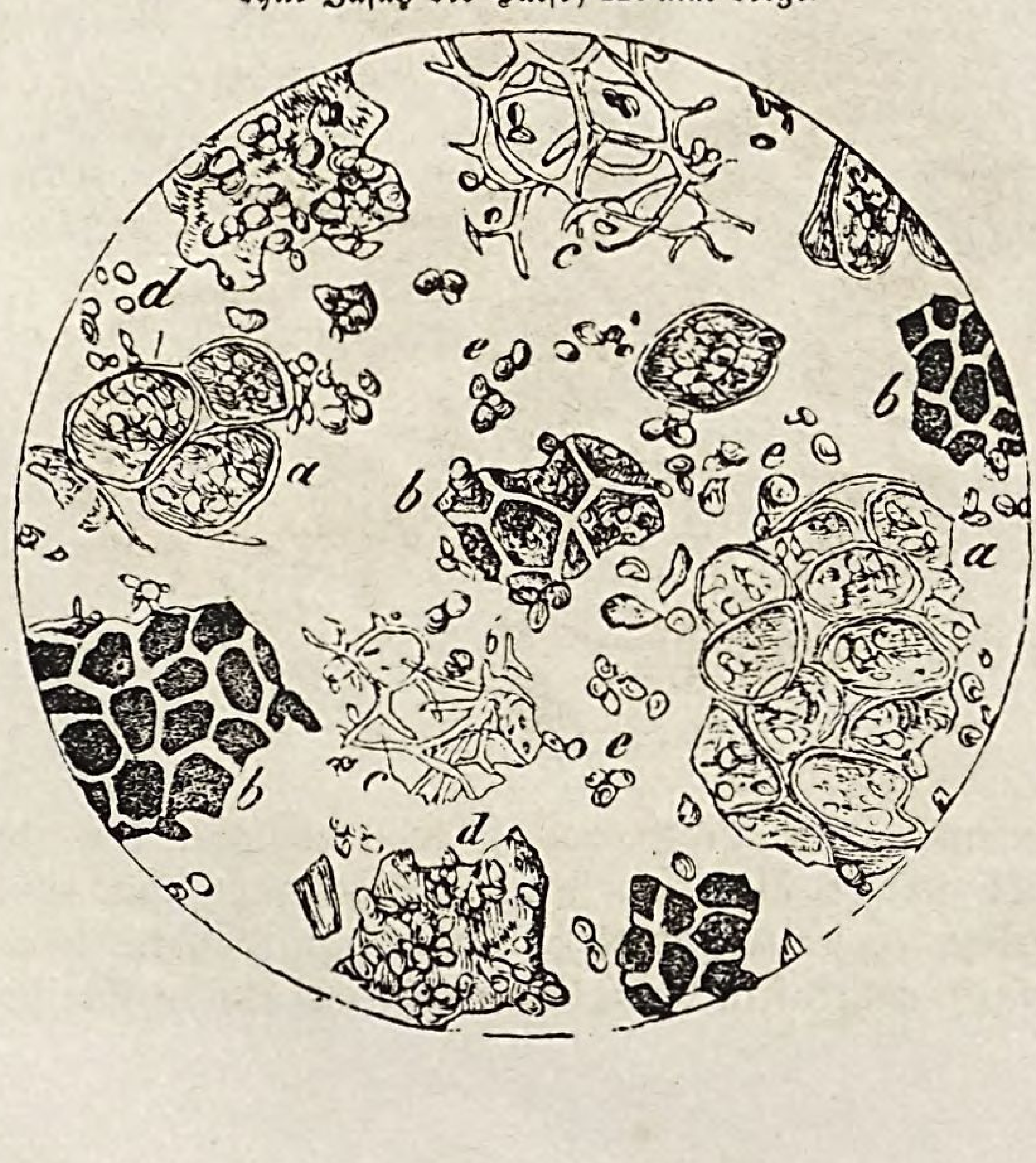
Fig. 59. Gefälschtes Theepulver ohne jede Spur von echtem Thee; 350 mal vergr.



Kaffee vertritt. Eigenthümlich ist ferner die Art und Weise, wie die Damen von Chiloe den Thee trinken. Ihr Lieblingsgetränk ist Maté oder Paraguay-Thee, den sie zu allen Stunden des Tages nehmen. Wenn der Thee bereitet ist, nimmt die Herrin des Hauses ein Rohr, an dessen einem Ende ein Seiher steckt, taucht es in den Trank und saugt einen Mund voll davon ein. Sodann reicht sie das Rohr der nächstsitzenden Dame, welche es in gleicher Weise benutzt, und so geht es die Reihe herum. Alle Schönen schlürfen den aromatischen Trank durch dasselbe Rohr, Bombilla genannt. —

Es erübrigt nun noch, einen Blick auf den dritten, vorher erwähnten Artikel, die Chocolade, zu werfen, ungeachtet sie bei uns nicht die hervorragende Rolle spielt, wie z. B. in Spanien. Wir verdanken die Chocolade einem etwa 40′ hohen, im tropischen Amerika (Mexiko, Guyana, Antillen) wildwachsenden Baum, dem Cacaobaume, dessen gurkenähnliche, 8—10″ lange Früchte, als in Reihen geordnete Samenkörner die bekannten Cacaobohnen enthalten, aus welchen die sehr nahrhafte Chocolade auf folgende Weise bereitet wird. Die geschälten Cacaobohnen, welche außer einer fettigen Substanz (Cacaobutter) Stärkemehl, Kleber, Gummi und Wasser, ein dem Coffeïn und Theïn chemisch ähnliches Alkaloïd (Theobromin) enthalten, werden zwischen heißen Walzen zu einem Brei zerrieben, der, nachdem ihm Zucker und Gewürze, namentlich Vanille, beigemengt worden, in Blechformen gedrückt wird, woselbst er erstarrt. Gute, d. h. unverfälschte Chocolade, muß demnach in der Hauptsache aus den verschiedenen Zellen nebst

Fig. 60. Echtes Chocoladenpulver allein aus der Bohne bereitet, ohne Zusatz der Hülse; 220 mal vergr.



Inhalt bestehen, welche in der Cacaobohne und der Schale (dem Fruchtgehäuse), die doch häufig mit zur Fabrikation verwendet wird, vorkommen. Die Bohne selbst ist aus rundlichen Zellen zusammengesetzt, welche außer vielen kleinen Stärkemehlkörnern Oeltröpfchen enthalten, wohingegen die Schale theils aus in einander gekeilten Zellen (den Holzzellen ähnlich), theils aus großen blasigen, schleimhaltigen Zellen besteht, zwischen welchen sich Bündel von Spiralgefäßen hindurchziehen. Reste und Gruppen aller dieser Zellen finden sich in jeder echten Chocolade und daher auch im Chocoladenpulver, sobald dasselbe echt ist, also nur aus geriebenem Chocoladenbrei und etwas Mehl besteht. Fig. 60 zeigt eine Probe von echtem und zwar nur aus Cacaobohnen, ohne Zusatz der Hülse, bereiteten Chocoladenpulver; (*a.* Zellen der Bohne; *b.* Theile der Membran (zarte Hautdecke), welche die Bohne umhüllt; *c.* Zellen von der Keimstelle in der Bohne; *d.* und *e.* freie Stärkemehlkörner aus den Bohnenzellen). Ganz anders erscheint unter dem Mikroskope ein mit Kartoffelstärke oder Sagomehl, Arrowroot, Reismehl und dgl. verfälschtes Chocoladenpulver, indem alle diese Stärkemehlsorten aus viel größeren Körnern bestehen, als das Stärkemehl der Cacaobohne. Ein Blick auf Fig. 61 liefert den Beweis.

Fig. 61. Chocoladenpulver mit Kartoffelstärke verfälscht; 220 mal vergr.



Sie stellt nämlich eine Probe von Chocoladenpulver dar, welches mit Kartoffelmehl versetzt ist; (*a.* Zellen, Stärkemehl und Spiralgefäße der Cacaobohne, *b.* Kartoffelmehl.) In einigen Ländern Amerikas werden die äußerst nahrhaften Cacaobohnen gekocht und zu Fleisch, Fisch &c.

wie bei uns das Gemüse gegessen. — Daß man feste Chocoladenmasse ebenfalls einer Prüfung unterwerfen kann, indem man sie einfach zerreibt und dann ein Pröbchen von der pulverisirten Substanz unter das Mikroskop bringt, bedarf wohl kaum der Erwähnung. In den billigen Sorten des Chocoladenmehles findet man außer Fragmenten von Sägespähnen, Kleienmehl, Gyps, Kalk, Oker, gepulverten Ziegelsteinen häufig auch einen Zusatz von Bolus oder Siegelerde, einem rothbraunen, fettig anzufühlenden, kalkthonigen Mineral. Dr. Klencke führt an, daß namentlich in englischen Chocoladen-Fabrikaten die Fälschung mit Oker an der Tagesordnung sei, denn in 70 von ihm untersuchten Sorten hatten 39 viel Oker (Erdgelb) enthalten. —

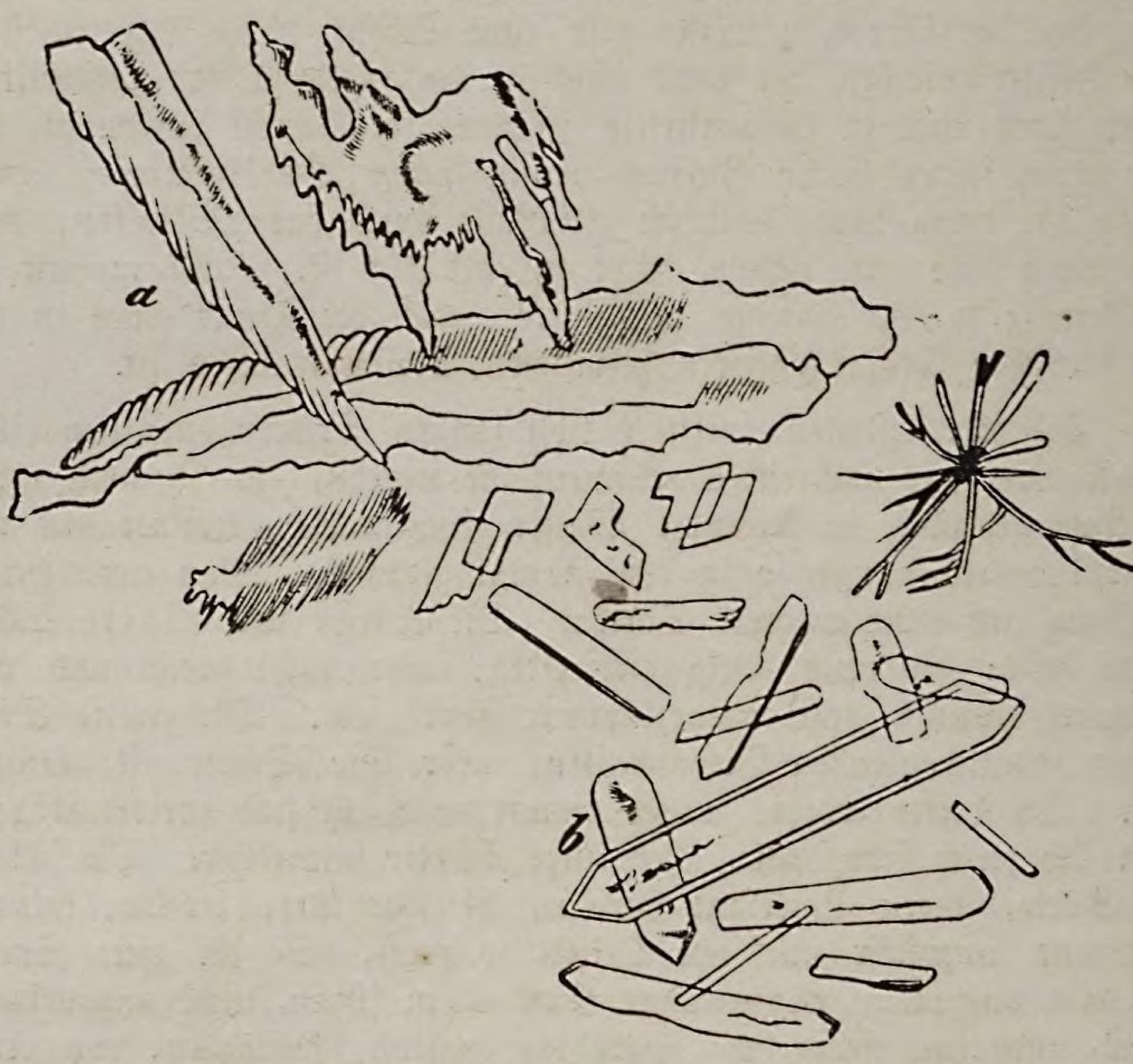
An die Chocolade wollen wir zum Schluß dieses Kapitels noch einen Artikel anreihen, der zwar nicht zu den täglichen Nahrungsmitteln gehört, auch nicht in pulverisirtem Zustande im Handel vorkommt, der aber wegen seines hohen Preises mannigfachen Verfälschungen unterworfen ist, deren hauptsächlichste gleichfalls durch das Mikroskop, auch schon durch eine gute Loupe, leicht zu entdecken ist. Wir meinen die als Gewürz so sehr beliebte „Vanille," welche die Frucht eines in den amerikanischen Tropengegenden heimischen Schlingstrauches ist.

Die federkieldicken, meist 8 Zoll langen Schoten enthalten einen weichen Brei und zahlreichen Samen; sie werden, ehe sie noch völlig reif sind, gepflückt, in kochendes Wasser eingetaucht, getrocknet und mit Cacaoöl bestrichen und so in den Handel gebracht. Man unterscheidet in Bezug auf Güte mehrere Sorten. Die lange und platte Schote ist die beste; sie muß fettig-geschmeidig, aber nicht weich und von dunkelroth-brauner, fast schwarzbrauner Farbe sein. Die zweite Sorte ist von ziemlich gleichen Eigenschaften, aber ihre Schote ist weniger platt. Die dritte Sorte, welche immer noch gut und preiswürdig ist, macht sich durch sehr platte, aber kurze Schoten bemerkbar. Die schlechteste Sorte, deren Vaterland Indien, ist sehr kurz, trocken, beinahe rund und ungefähr nur ein Drittel so groß, wie die gute Sorte. Sie wird außerdem gekennzeichnet durch einen süßen, nicht angenehmen Geruch und eine schwärzliche Farbe der zugleich schleimigen, von einer zähen Feuchtigkeit bedeckten Schote.

Gute Vanille enthält namentlich viel Benzoesäure — (dieselbe bewirkt in Verbindung mit einem ätherischen Oele den eigenthümlichen Geruch und Geschmack) —, welche auch in verschlossenen Flaschen so stark ausschlägt, daß die Schoten mit einem reifähnlichen Niederschlage, einem Pilze oder Schimmel gleichend, überzogen erscheinen. Die meisten Verfälschungen gehen nun darauf hinaus, den schlechteren Sorten die Eigenschaften der besten Sorte zu verleihen, indem man das „natürliche" Ausschlagen der Benzoesäure auf den besseren Sorten in der Weise nachahmt, daß man die schlechteren Sorten mit feinem Pulver krystallisirter Benzoesäure überzieht.

Um sich von der natürlichen oder künstlichen Beschaffenheit der Benzoesäure zu überzeugen, betrachte man diesen weißen Beschlag unter dem Mikroskop oder mit einer starken Loupe: — sind die Krystallnadeln breit, und liegen sie auf der Oberfläche der gewöhnlich schwachriechenden oder sehr schwarzen und schleimig feuchten Schote flach an, so sind sie künstlich aufgedrückt, denn die freiwillig oder natürlich ausschlagenden Krystallnadeln erscheinen sehr klein, in feinen Nadeln und in einer senkrechten Richtung zur Oberfläche der Schote. Fig. 62 giebt eine

Fig. 62. Benzoesäure in Krystallen.
a) von gefälschter, b) von ungefälschter Vanille.



vergrößerte Darstellung der Benzoesäure: *a*) wie sie sich gestaltet, wenn sie aus einer Auflösung, und *b*) wenn sie natürlich aus der Frucht aufblüht in 40maliger Vergrößerung.

Andere Verfälschungen bestehen darin, die Schoten vor dem Verkauf schon mit Weingeist auszuziehen, um das Oel an Liqueurfabrikanten zu verkaufen. Darauf werden diese Schoten mit Peruanischem Balsam versetzt und als frische, gute Waare in den Handel gebracht; man erkennt sie aber bald am Geschmack und Geruch. Auch hat man nach Dr. Klencke (Verfälschung der Nahrungsmittel und Getränke — I. Theil, pag. 131) ein Mittel gefunden, einen Theil des flüchtigen Oeles herauszuziehen und sie dann als Schoten guter

Qualität zu verkaufen. Aber die Vanille, welche einmal diesem Verfahren unterlag, ohne ihre sonstigen Eigenschaften zu verlieren, bietet die Unmöglichkeit dar, aufbewahrt zu werden; sie verdirbt schnell. Man kann auch bei einiger Uebung die Flecke des etwa angewandten Perubalsams leicht wieder erkennen. — Nicht zu übersehen ist es, die krumme Schotenspitze zu prüfen, welche immer zuerst verdirbt, sobald die Schote krank oder schon verarbeitet ist; sie wird dadurch holzig und zerbrechlich; sie darf nicht dunkler und nicht heller als die übrige Schote sein. Ueberhaupt sind alle Vanilleschoten, welche schwarz und schleimig erscheinen und ihre gekrümmte Spitze nicht mehr haben, verdächtig. —

IV.

Vom Schaden und Nutzen der Pilze.

Treten wir aus dem schönen, form- und farbenreichen Vielerlei der Pflanzenwelt, wie es uns in Wäldern und Fluren, auf Wiesen und in Gärten umblüht, in jene schlichte Formenwelt, in welcher Moose und Farnkräuter schon zu den höher organisirten Gewächsen gehören, so begegnen wir Gebilden, welche das unbewaffnete Auge nicht als Pflanzen erkennt, sondern deren pflanzliche Natur, wie überhaupt ihr wahres Wesen erst das Mikroskop zu enthüllen vermag. Ja, es darf in specieller Beziehung auf diese Gewächse wohl behauptet werden, daß es dem rührigen Eifer der letzten Jahrzehnte vorbehalten war, über diese Gebilde überhaupt erst einigermaßen Licht zu verbreiten. Schon im zweiten Kapitel haben wir des schlichten Baues einer Familie (Algen) aus dieser Gruppe, welche man blüthenlose oder „im Verborgenen blühende" Pflanzen nennt, weil viele von ihnen, wenn auch keine eigentliche Blüthe, doch meist mikroskopisch kleine Anfänge einer Blüthenbildung haben, Erwähnung gethan. Nach einer andern Auffassung können wir die blüthenlosen Pflanzen (Pilze, Flechten, Algen, Moose und Farnkräuter) auch samenlose oder, um es nicht verneinend auszudrücken, Keimkorn- oder Sporenpflanzen nennen. Diese wissenschaftliche Benennung beruht nämlich auf der wesentlichen Verschiedenheit, welche im inneren Bau der Fortpflanzungsmittel der Gewächse stattfindet. In dieser Verschiedenheit ist zugleich die große Scheidung begründet, welche durch das ganze Gewächsreich geht, indem die höher organisirte Abtheilung nur „Samenpflanzen", die niedere dagegen nur „Sporenpflanzen" aufweist. Der charakteristische Unterschied zwischen „Samen" und

„Spore" ist folgender. Jeder Samen, z. B. eine Eichel, Mandel oder ein Bohnenkern, enthält innen einen ausgebildeten Keim, welcher mit anderen Theilen des Samens von der Samenschale umschlossen ist. Letztere wird beim Keimen des Samens von dem Keime durchbrochen und zwar merkwürdiger Weise immer an derselben Stelle. Wir mögen z. B. eine Eichel mit der Spitze auf- oder abwärts in den Boden legen, immer kommt der Keim — streng genommen, blos die eine Hälfte desselben, aus welchem die Wurzel wird — aus der Spitze derselben hervor, und biegt sich dann, wenn wir die Eichel mit der Spitze nach oben gelegt haben, abwärts, um in das Erdreich zu dringen.

Anders sind die Samenkörnchen der blüthenlosen Pflanzen beschaffen. Sie sind immer blos einzelne, einfache oder durch innere Querscheidewände abgetheilte Zellen von außerordentlicher Kleinheit. Während also aus einer keimenden Bohne der schon vorgebildete Keim an einer bestimmten Stelle hervortritt, und die übrige innere Masse der Bohne die erste Nahrung für den Keim ist, so ist dagegen das Samenkörnchen etwa eines Mooses eine unendlich kleine einfache Zelle, welche sich im Erdboden beim Keimen blos ausdehnt und theils dadurch, theils durch Hinzubildung neuer Zellen sich allmählich zum Moospflänzchen entwickelt. Deshalb darf man auch nicht sagen, daß den blüthenlosen Pflanzen der Samen ganz fehle. Es fehlen ihm vielmehr nur die umfänglichen Hüllen, welche im Samen der Blüthenpflanzen den Keim umgeben. Die Wachsthums- und Wiedererzeugungsorgane sind hier völlig verschmolzen, ja, man muß sagen: sie sind „eins". Denn die eben geschilderte einfache Zelle der blüthenlosen Pflanzen ist im Gegensatz zum Samenkorne der „nackte" Keim oder die „Spore" und der Same zugleich. Daher auch der Name „Keimkorn-" oder „Sporenpflanze." Die Sporenpflanzen, welche also nach dem entwickelten, maßgebenden Unterschiede die niedere Hälfte des Gewächsreiches bilden, sind zwar für das unbewaffnete Auge minder schön als die Blüthenpflanzen, dem bewaffneten aber enthüllen sie oft überraschende Zierlichkeit und sind, was noch mehr sagen will, an Zahl der Arten den Blüthenpflanzen nicht nachstehend. Hat doch Professor de Bary allein von der einen Pilzgattung Peronospora, zu welcher auch jener Pilz gehört, welcher die alleinige Ursache der gefürchteten Kartoffelkrankheit ist, 43 Arten untersucht und beschrieben und nachgewiesen, daß dieselben auf Pflanzen aus 28 Familien des Gewächsreiches schmarotzen. Die Klasse der Pilze, welche ein unabsehbares Heer (wird die Zahl der verschiedenen Arten in Deutschland doch über 6000 berechnet) der merkwürdigsten und unscheinbarsten Gestalten, ja, sogar solche Gebilde aufweist, die man bei oberflächlicher Betrachtung wegen ihrer Kleinheit und Unansehnlichkeit kaum für Gewächse anerkennen, vielmehr für Staubpulver halten würde, zählt aber auch verhältnißmäßig riesige Großwürdenträger und Fürsten, welchen wir vor der eingehenderen Betrachtung der Parasiten den gebührenden Vortritt einräumen wollen.

Wem wären nicht Champignons, Morcheln, Trüffeln, Ziegenbart &c. — Fliegenschwamm, Satanspilz &c. — Zunderschwamm oder Buchenpilz und der Bovist bekannt! Erstere wenigstens aus den Namen hochfeiner Speisen, als wenn auch schwer zu verdauende, so doch nährende und wohlschmeckende Substanzen, weil sie außer dem nahrhaften Fungin (einer den meisten Pilzen eigenen Substanz) Schwammzucker, Eiweiß und namentlich Stickstoff in reicher Quantität enthalten; die mittlere Sorte wegen ihrer Eigenschaft, zerschnitten in Milch eingeweicht, den frechen Fliegen durch süßen Geruch einen plötzlichen Tod zu bereiten, und drittens den pferdehufförmigen Buchenpilz, theils wegen seiner Eigenschaft als „bester Zunder", theils wegen seiner blutstillenden Kraft; sowie endlich der Riesenbovist wegen seiner specifisch pilzartig geschwinden Entwickelung. Der Fruchtkörper dieses in den Weinbergen bei Dresden häufig vorkommenden Pilzes pflegt nämlich während einer warmen feuchten Sommernacht aus dem Boden emporzuschießen und sich binnen 8—10 Stunden von der Größe einer Erbse bis zu derjenigen eines Menschenkopfes auszudehnen, woraus man gefolgert hat, daß bei diesem Gebilde die Zellenvermehrung so rasch stattfindet, daß sich in jeder Minute etwa 20,000 neue Zellen bilden. An anderen Orten erreicht der Riesenbovist sogar einen Durchmesser von 1½ bis 2 Fuß und in der Ukraine in Rußland, dem Paradiese der Pilzvegetation, — sind doch 3 Fuß breite Hüte des Löcherpilzes und fußhohe Morcheln daselbst nichts Seltenes — selbst eine Ausdehnung von drei Fuß. Auch dieser Pilz wird gleich dem gemeinen, auf Viehweiden häufig vorkommenden Bovist zum Blutstillen gebraucht, weil der Staub mit dem Blute schnell eine Kruste bildet. In Bezug auf die Schädlichkeit dieser größeren fleischigen, sogenannten Hutpilze sei noch bemerkt, daß alle diejenigen verdächtig sind, die a) beim Durchschneiden schnell ihre Farbe ändern, z. B. blau anlaufen; b) einen Milchsaft auströpfeln; c) in schwarze Jauche zerfließen; d) unangenehm riechen und widerlich schmecken; e) grell gefärbt sind (blaugrün, schwarz, blutroth) und f) eine klebrige Oberhaut haben. —

Alle Pilze enthalten sehr mannigfaltige und bisweilen sehr glänzende Farben, aber niemals die grüne; daraus erklärt sich auch, daß sie eben so gut im Dunkeln als am Lichte leben. Ihnen fehlt nämlich das Chlorophyll oder Blattgrün, und diese Thatsache bedingt ihre ganze Lebensweise. Weil ihnen das Blattgrün mangelt, so sind sie nämlich außer Stand gesetzt, aufgenommene Nährstoffe zu assimiliren, d. h. zu verdauen und so in Stoffe umzuwandeln, welche direkt dem Leben dienen können. Das Chlorophyll ist nämlich der eigentliche Heerd der Bereitung lebendiger Pflanzensubstanz aus den todten anorganischen, dem Boden und der Luft entnommenen Stoffen. So können sie also nothgedrungen nur da existiren, wo bereits Nahrung für sie vorbereitet ist, d. h. sie sind zu der Rolle von Parasiten oder Schmarotzern verurtheilt. Daher finden wir diese außerordentlich einfach und doch mit

tausendfach abwechselnder Zierlichkeit begabten Pilzgebilde bald als pulverige, bald als sammetartige oder spinngewebeähnliche Masse von der verschiedensten Färbung vorzugsweise auch nur da, wo organische Körper in Zersetzung und Gährung oder in Fäulniß begriffen sind, also z. B. auf absterbenden Pflanzentheilen, an faulenden Baumstöcken, abgefallenem Laube u. s. w. Manche von ihnen dringen freilich zum Verdruß der sorgsamen Frauen auch in die Speisekammern, obgleich sie es nicht sind, was die Vorräthe an Pflaumenmuß oder Himbeersaft verdirbt oder die Aepfel zum Faulen bringt; denn diese Pilzgebilde, die man allgemein mit dem Namen „Schimmel" belegt, finden sich erst ein, nachdem jene Stoffe bereits durch Einwirkung des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs in Gährung begriffen waren. —

So sind viele Pilze im vollsten Sinne Fäulnißpflanzen zu nennen, weil sie sich schnell auf den Leichen ihrer höher ausgebildeten Schwestern ansiedeln. Andere begnügen sich freilich damit nicht, sondern fristen als echte Schmarotzer ihr Dasein nur auf lebenden Pflanzen und Thieren, denen sie oft genug die größten Unannehmlichkeiten, selbst den Tod bereiten können. Oft genug ist auch der Mensch Gegenstand ihrer Angriffe. Schon der Säugling hat häufig von ihnen zu leiden, indem eine Art, Oidium albicans, (weiße Schimmelpilz) angelockt von dessen Nahrung, der Milch, sich in seiner Mundhöhle einfindet, dort haften bleibt, sich rasch vermehrt und einen weißen Schimmel bildet, der als „Mundschwamm" bekannt und die Ursache mannigfachster Störungen ist. Allein der die Mundschwämmchen verursachende Aphthen- oder Soorpilz, der nach den Beobachtungen von A. Vogel auch außerhalb des menschlichen Organismus in nicht alkalischen (laugensalzhaltigen) Flüssigkeiten, wie Zuckerwasser, Brunnenwasser 2c. wächst, ist nicht der einzige lästige Zudringling.

Auch verschiedene ansteckende Kopfkrankheiten, die in den behaarten Theilen des Kopfes ihren Sitz haben, wie Kopfgrind, Weichselzopf (namentlich in Polen häufig) 2c. sind die Wirkung verschiedener Pilzformen. Erstere Krankheit wird durch den Favuspilz, Achorion, und letztere durch den Pilz Trichophyton bewirkt. Diese Pilze wuchern in und unter der Oberhaut in den Haarbälgen und Haaren. Eine andere Art derselben Gattung, Trichophyton tonsurans, bringt namentlich bei Kindern ein massenhaftes Ausfallen der Haare hervor. Letztere Pilzart, Trichophyton tonsurans, ist auch auf Rindern, Pferden, Hunden, Kaninchen, dagegen der Grindpilz Achorion auf der Hausmaus, dem Kaninchen und dem Kopfe des Haushuhnes beobachtet worden.

Alle diese Parasiten, welche verschiedene Säugethiere und Vögel bewohnen können, lassen sich nach den neuesten Forschungen durch Aussaat ihrer Sporen von einem Individuum auf andere, von Menschen auf Thiere und umgekehrt übertragen, und mit ihrer Entwickelung tritt die relativ charakteristische Krankheitsform auf. Einen evidenten Beweis für die Wahrheit obiger Behauptung haben die Forscher Köbner und

Remak geliefert. Köbner übertrug alle drei genannten Pilze nebst den betreffenden Erkrankungen der Haut auf sich selbst und Remak säete den Favuspilz auf seinem Vorderarm an. Auch von Pilzen, welche den inneren Körper lebender Thiere bewohnen, und mit deren Entwickelung bestimmte Krankheiten oder Todesarten ihrer Träger verbunden sind, kennt man zahlreiche Arten. Eine besondere Gattung, Botrytis Bassiana, ist beispielsweise die Ursache der den Seidenraupen so verderbliche Muskardinekrankheit*). (Mäusekrankheit oder Pelz der Seidenwürmer.) Eine andere Pilzgattung, Isaria farinosa, bricht in der Gegend von Leipzig alljährlich aus Tausenden von Schmetterlingspuppen hervor, die natürlich durch diesen Pilz ihren Untergang finden.

Bekannt ist es ferner, daß in den bei der Rachenbräune (Diphteritis) sich bildenden häutigen Ueberzügen der Rachenhöhle Brandpilze, bei Typhus-, Ruhr- und Cholerakranken im Inhalt des Darmkanals Hefe- und Brandpilze aufgefunden worden sind, ebenso im „Rotz" der Pferde und in dem Blute solcher Thiere, welche vom „Milzbrand" befallen waren. Auch haben Virchow und Meißner mehrere Fälle von Entartungen der Fingernägel beobachtet, welche durch einen dem Aspergillus ähnlichen Schimmelpilz hervorgebracht wurden. Zu den Formen des Schimmelpilzes Aspergillus gehört nach den Veröffentlichungen Halliers auch der Pilz des farbigen Aussatzes.

Aus diesen Anführungen dürfte im Großen und Ganzen also resultiren, daß namentlich die Schleimhäute der Mund-, Rachen- und Nasenhöhle, der Speise- und Luftröhre, sowie die Horngebilde (Nägel und Haare) des menschlichen und thierischen Körpers ihrer verderblichen Wirkung am meisten ausgesetzt sind; die Schleimhäute sind besonders dann von ihnen bedroht, wenn sie leicht zu Entzündungen neigen. Als einer der bemerkenswerthesten Fälle des Vorkommens parasitischer Pilze im lebenden menschlichen Körper ist endlich der von Dr. H. V. Carter und H. J. Carter in Indien beobachtete Pilz zu nennen, der in Form schwarzer, bis halbzollgroßer, aus geflochtenen Hyphen (Pilzfäden) bestehender Massen in den Knochen und tiefer liegenden Weichtheilen des Fußes wächst bei schweren Geschwulstbildungen und Zerstörungen dieser Theile. Eine genaue Beschreibung dieses Pilzes dürfte wohl von dem Engländer Berkeley zu erwarten sein, der ihn „Chionyphe Carteri" benannt hat.

Doch genug von diesem wenig angenehmen Thema! —

Viel größer als an Thieren ist nämlich die an lebenden Pflanzen durch Pilze hervorgerufene Schädigung menschlicher Interessen. Wer kennt nicht wenigstens dem Namen nach jene Krankheiten unserer Kultur-

*) Ob die jüngste, gleichfalls epidemisch auftretende Krankheit der Seidenraupen, „Gattine" genannt, von Pilzen herrühre, ist nach de Bary's Ansicht noch zweifelhaft. Man findet in den kranken Thieren massenhaft kleine längliche Körperchen, über deren Herkunft und deren ursächliche Beziehung zur Krankheit bisher allerdings noch nichts Sicheres vorliegt.

pflanzen, die wir mit dem Namen Rost, Brand, Mutterkorn, Rußthau*), Traubenkrankheit, Kartoffelkrankheit, Zuckerrübenfäule, Ringelkrankheit der Zwiebeln u. s. w. belegen? Bei allen spielen nur Pilze die verderbliche Rolle Tod und Verderben bringender Feinde unserer Kulturen.

Da es heutzutage eine einigermaßen feststehende Systematik der Pilze nicht giebt, wir aber ohne Anordnung gleichsam in einem Labyrinthe umherirren würden, so theilen wir die neueste von Professor de Bary herrührende Klassification mit. Derselbe nimmt 4 Ordnungen an: 1. Algenpilze (verschiedene Schimmel), 2. Hautpilze (Rost- und Brandpilze), 3. Basidienpilze (Hut- und Balgpilze) und 4. Schlauchpilze (Trüffeln, Kern-, Mutterkorn- und Scheibenpilze, Morcheln).

Lange Zeit galt es für selbstverständlich, daß eine Pilzart nur eine Art von Sporen (Samen) haben könne, wie eine Blüthenpflanze nur einerlei Samen. Daher hielt man die Geselligkeit mancher Fruchtformen entweder für eine zufällige Erscheinung, oder für eine Folge des Schmarotzens eines Pilzes auf dem andern; jede besondere Sporenform aber repräsentirte immer eine besondere Species. Einzelne Fälle, in welchen es unzweifelhaft war oder schien, daß auf demselben Pilzfaden zweierlei Sporen gebildet werden, erschienen nur als sonderbare Ausnahmen und konnten die herrschende Ueberzeugung zunächst nicht im mindesten erschüttern. Da trat im Jahre 1851 der französische Pilzforscher Tulasne zuerst mit der Entdeckung auf, daß eine Pilzspecies nicht nur in einzelnen Fällen mehrerlei Sporenformen haben könne, sondern daß sich zunächst bei der großen Familie der Pyrenomyceten (Kernpilze) mehrerlei Fortpflanzungsorgane beständig und in bestimmter Folge entwickeln. Er zeigte, daß eine Reihe von Gattungen, welche bisher auf Grund einer einzelnen Form von Sporen aufgestellt worden waren, nur Formengruppen sind, die in den Entwickelungskreis echter, schlauchbildender Sphaerier (Kugelpilze als kleine Wärzchen auf Blättern) gehören. Tulasne's Entdeckungen wurden bald von Anderen bestätigt und theilweise erweitert. Zur Nachweisung dieser Formenmannigfaltigkeit der Reproductionsorgane sind zwei Methoden möglich. Die erste, von Tulasne vorzugsweise angewendete, besteht in der genauen anatomischen (zergliedernden) Untersuchung des fertigen Pilzes, des Ursprungs der verschiedenen Fruchtformen von dem Mycelium und Fruchtträger. Die zweite, von de Bary mehrfach in Anwendung gebrachte, besteht in sorgfältig geleiteten Aussaatversuchen, welche die Entwickelungsproducte der verschiedenen Sporenformen unter geeigneten Bedingungen durch alle Stadien zu verfolgen haben. Die Anwendung dieser zweiten

*) Unter dem Namen Rußthau werden verschiedene noch wenig bekannte Krankheiten vereinigt, welche als schwarze, sammtartige Ueberzüge besonders auf der Oberseite von Blättern (Platanen — häufig) erscheinen und durch Torula- und Cladosporium-Arten hervorgerufen werden.

Methode hat nicht nur für die Lehre vom Pleomorphismus (Vielgestaltigkeit der Reproduktionsorgane) Bestätigungen geliefert, sondern auch für eine Reihe von Pilzgruppen die Bedeutung der verschiedenen Fortpflanzungsorgane in dem Entwickelungsgang der Species und mehrfach eine gesetzmäßige Abwechselung, einen Generationswechsel näher kennen gelehrt, welcher zwischen denselben besteht.—

Nach dieser allgemeinen Orientirung richten wir unser Hauptaugenmerk nun zunächst auf eine Art der schmarotzenden Algenpilze, „Peronospora infestans“, welche nach zahlreichen Forschungen besonders zweier Gelehrter, des Dr. Speerschneider in Blankenburg bei Rudolstadt und des schon mehrfach genannten Dr. de Bary in Halle, die alleinige Ursache der mit Recht gefürchteten Kartoffelkrankheit ist. Durch diese Krankheit wird ein großer Theil der gesammten Menschheit um so mehr geschädigt, als die Kartoffel, obgleich die nächste Verwandte des giftigen Nachtschattens, in ihrer Eigenschaft als Nahrungspflanze die vorzüglichste aller Knollengewächse und nächst dem Getreide als das nützlichste Nahrungsgewächs zu betrachten ist, wozu sie auch schon durch ihre wenig wählerische Natur in Bezug auf den Standort gestempelt erscheint, denn in ihrem Vaterlande Amerika, woselbst ein Sklavenhändler, Johann Hawkins, sie im Jahre 1565 zuerst zur Kenntniß der Menschheit brachte und von wo sie bekanntlich durch den Admiral Walter Raleigh (1586) und Franz Drake (1590) zuerst nach Europa gebracht wurde, wächst sie auf den kalten Höhen der Anden (Chili, Peru, Mexiko) noch jetzt wild und überragt sogar die Grenze der Gerstenkultur, also aller Getreidearten so sehr, daß eine Spielart derselben noch auf Island gedeiht.

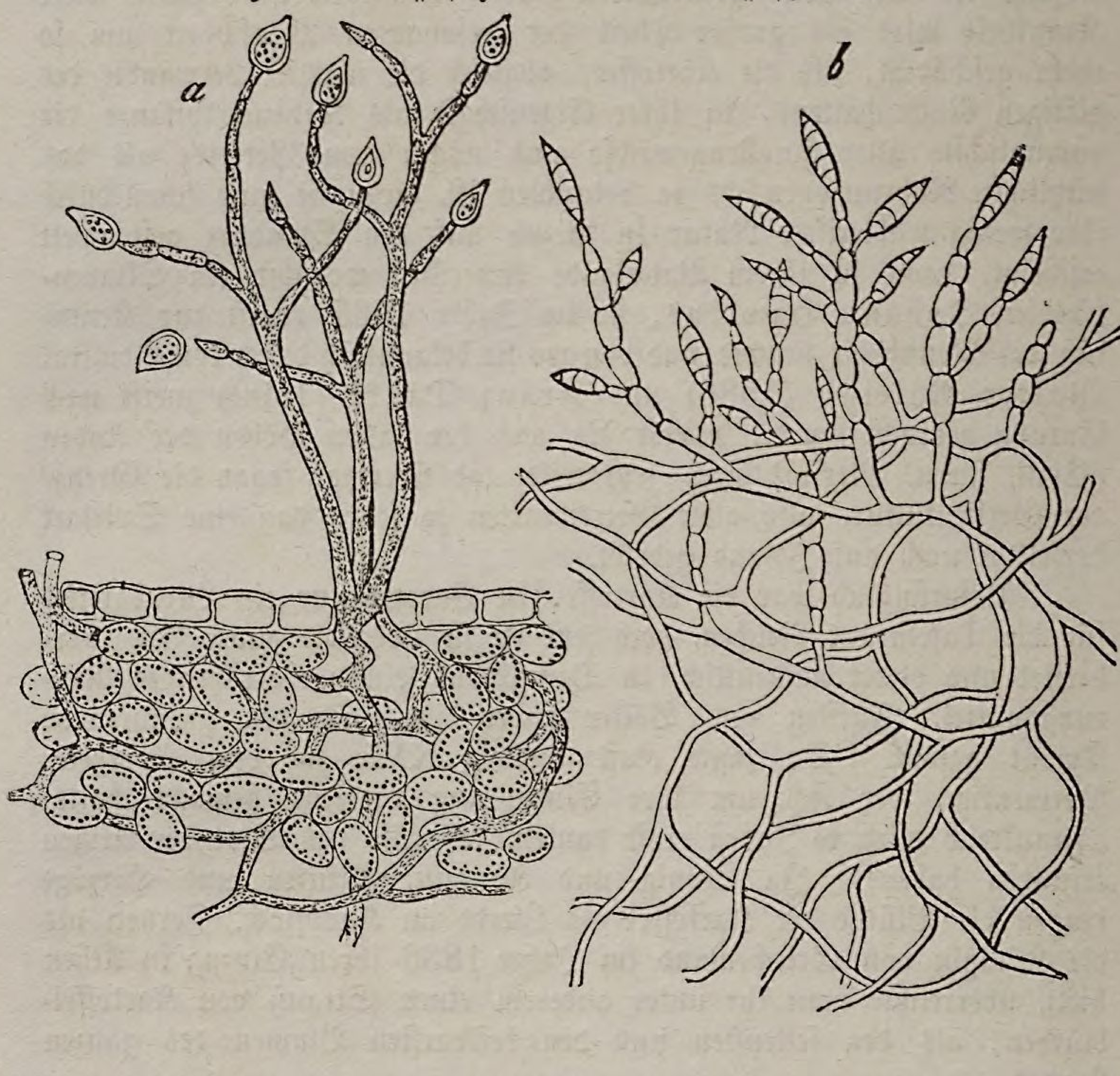
Ursprünglich war die Kartoffel in Europa nur ein Luxusartikel für die Tafeln der Reichen, doch jetzt ist sie über die ganze Erde verbreitet und bildet namentlich in Deutschland ein vorherrschendes Nahrungsmittel. Fürsten und Völker haben ihr auch den gebührenden Tribut gezollt. So sagte einst Ludwig XVI. zu dem Apotheker Parmentier, der sich um ihre Einführung verdient gemacht hatte: „Frankreich wird es Ihnen einst danken, daß Sie das Brot der Armen erfunden haben!“ Ja, König und Königin, Prinzen und Herzöge trugen die Blüthe der Kartoffel als Zierde im Knopfloch. Ferner, als die Königin von Griechenland im Jahre 1836 ihren Einzug in Athen hielt, überreichte man ihr unter anderem einen Strauß von Kartoffelblüthen, als den seltensten und den kostbarsten Blumen des ganzen Landes.

In Deutschland, woselbst die Kartoffeln, obgleich schon 1717 durch den General Mittkau nach Sachsen gebracht, doch erst seit der Hungersnoth von 1771 in größerem Maßstabe eingeführt sind, zeigte die verschiedenen Ursachen zugeschriebene Kartoffelkrankheit zuerst im Jahre 1843 ihre verheerende Wirkung und hat seit dieser Zeit, nament-

lich in sehr feuchten Jahren nicht selten Mißernten dieses wichtigen Nahrungsmittels zur Folge gehabt.

Was ihre Symptome anbetrifft, so offenbart sie sich zunächst durch mißfarbene Flecke an den Blättern, die bald bräunlich und zuletzt dunkelbraun bis schwarz werden. Bei genauerer Untersuchung sieht man, daß die Blätter namentlich an ihrer Unterseite gleichzeitig von einem feinen weißen Schimmel überzogen sind. Die Flecke sind anfangs klein und sparsam, auch nur auf die Blätter beschränkt, allmählich aber werden sie größer und häufiger, gehen auch auf die Stengel über und

Fig. 63 *a*. Kartoffelpilz. *b*. Kartoffelschimmel.



können schließlich das ganze Kraut eines Kartoffelackers befallen, so daß dieses schwarz wird und abstirbt. Bei trockenem Wetter vertrocknet dasselbe allmählich, bei nasser Witterung dagegen fault es zu einer schmierigen Masse unter Entwickelung eines sehr üblen Geruchs. Die Knollen der Kartoffeln nehmen anfangs keinen Antheil an der Erkrankung, doch wird in der Regel durch die Erkrankung des Krautes ihre

Entwickelung mehr oder weniger beeinträchtigt, so daß sie kleiner bleiben und einen geringen Ertrag geben. Später, zur Zeit der Kartoffelernte, erscheinen jedoch auch die Knollen in der Mehrzahl der Fälle mehr oder weniger erkrankt. Sie zeigen an ihrer Oberfläche ebenfalls bräunliche, etwas eingesunkene Flecken. Schneidet man dieselben an, so erscheint auch ihr Inneres an den der Oberfläche zunächst gelegenen Stellen braun gefärbt. Diese braune Färbung schreitet nach und nach auch in die tieferen Schichten vor und kann zuletzt die ganze Knolle ergreifen. Diese verdirbt, und je nachdem mehr oder weniger Feuchtigkeit zugegen ist, verschrumpft sie entweder (trockene Fäule), oder zerfließt zu einer übelriechenden Jauche (nasse Fäule.)

Unterwirft man die auf den Blättern der Kartoffelpflanze sich bildenden braunen Flecken einer mikroskopischen Untersuchung, so ergiebt sich, daß auch die Ränder derselben mit äußerst zarten, feinen Schimmelfäden bedeckt sind, welche meist in drei Zweige getheilt erscheinen und an ihrem Ende citronenförmige Sporangien*) tragen (s. Fig. 63a**)). Diese Zweige pflegen aus den Spaltöffnungen der Blattoberhaut hervorgewachsen zu sein und zwar gewöhnlich je drei aus einer Spaltöffnung. Sie sind nichts Anderes, als Verlängerungen eines vielfach verzweigten Myceliums, das im Innern der Blätter, Aeste und Stengel der Kartoffelpflanze wuchert und eben das Absterben, Braunwerden und Verwesen der Zellen, mit denen es in Berührung kommt, veranlaßt, jedoch erst um die Zeit, wo die Sporen gebildet werden. „Mycelium" nennt man in der Wissenschaft das Schwammgewebe oder faserige Netz, welches unserer Beobachtung sowohl durch seine Lage, als auch durch seine zerbrechliche Zusammenfügung entgeht.

Am besten kann man es auf feuchten und dunklen Oberflächen wahrnehmen, z. B. auf den Brettern in unsern Kellern, oder beim vorsichtigen Ausgraben eines Hutpilzes. Dieses Schwammgewebe ist gewissermaßen eine Art unterirdischen Baumes, der nur seine mit den Wiedererzeugungsorganen versehenen Endpunkte (Sporangien) an die Tageshelle bringt, so daß gewöhnlich alle Pilze, die wir in der Nähe von einander wachsen sehen, wirklich nur einem einzigen Individuum angehören; daraus erklärt sich auch die kreisförmige Stellung, welche sie oft annehmen, indem sich das Schwammgewebe regelmäßig in einer gleichartigen Mitte entwickelt und alle seine Strahlen mit den aufwärts strebenden Hyphen (Zellen- oder Pilzfäden), in der nämlichen Weite aussendet. Bringt man nun feine Durchschnitte von bereits erkrankten,

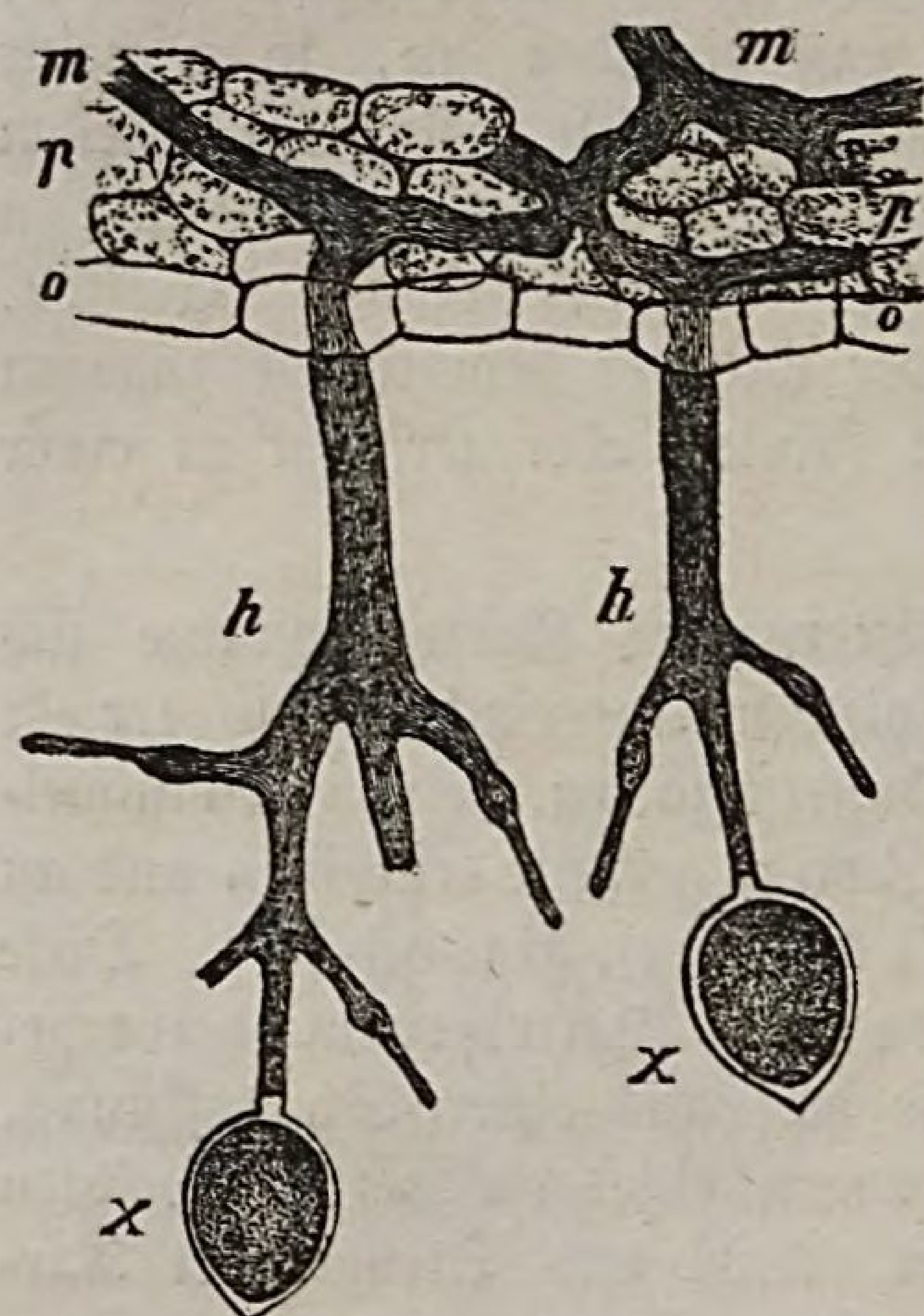
---

*) Kleine Samengefäße oder Keimbehälter.

**) Fig. 63b zeigt uns einen Schimmelpilz, Fusidium Solani, der sich vorzugsweise äußerlich an dem Zerstörungswerke des Kartoffelpilzes mitbetheiligt, indeß nur dann, wenn die faulende Kartoffel der Luft ausgesetzt ist. (Siehe Näheres pag. 156.)

aber noch grünen Kartoffelblättern (womöglich die untere Blattfläche nach oben) unter das Mikroskop, so kann man sich überzeugen, daß das eben geschilderte Schwammgewebe des Pilzes (s. Fig. 64*mm*, etwa 300fache Vergrößerung) zwischen den Parenchymzellen der Blätter vielfache Verzweigungen bildet, welche zarte Röhren von ungefähr 4 μ Durchmesser darstellen. Ferner, daß von diesem Mycelium Hyphen (Fäden) ausgehen (*h,h*), welche vorzugsweise von der Unterfläche des Blattes durch die Spaltöffnungen nach außen treten, bisweilen jedoch, namentlich bei feuchter Witterung, aber auch an der oberen Blattfläche zum Vorschein kommen und dann die in Fig. 63*a* dargestellte Erscheinung darbieten, während sie dem unbewaffneten Auge, wie schon erwähnt, nur als ein zarter, weißer Schimmel erscheinen. Die Hyphen (Fäden) treiben nun in einiger Entfernung von der Blattfläche mehrere Seitenäste, welche theils spitz zulaufen, theils an ihrem Ende die Früchte (Keimkörner oder Sporen) tragen welche in kapselartige Behälter, Sporangien genannt, eingeschlossen sind (*XX*). (*o,o* Oberhautzellen; *p,p* grüne Parenchymzellen mit Chlorophyllkörnchen.)

Fig. 64. Durchschnitt vom Blatt.



Sammelt man Massen von diesen im Zustande der Reife abfallenden Samengefäßchen etwa auf einem Blatte schwarzen Glanzpapiers, so erscheinen sie dem Auge als feiner weißer Staub. Gelangen dieselben durch den Luftzug dagegen in feuchte Erde, auf feuchte Pflanzentheile ꝛc., oder bringt man sie einfach auf einem Objektglase mit Wasser zusammen, so erleiden sie innerhalb weniger Stunden weitere Veränderungen (Fig. 65). In der Regel ist dabei nach Vogel der Hergang folgender: Der früher gleichmäßig feinkörnige Inhalt sondert sich in eine Anzahl Portionen (*a*). Nachdem dies geschehen, bildet sich am spitzen Ende des Sporangium eine runde Oeffnung, durch welche die abgesonderten Theile einzeln austreten (*b*). Jede dieser Portionen entwickelt sich sogleich nach ihrem Austritte zu einer mit zwei fadenförmigen Wimpern versehenen Schwärmspore (*c*), die sich lebhaft bewegt oder mittelst der Wimpern herumschwärmt. Nachdem die Bewegung der Schwärmsporen allmählich langsamer geworden, hört

Fig. 65. Reife Sporangien.

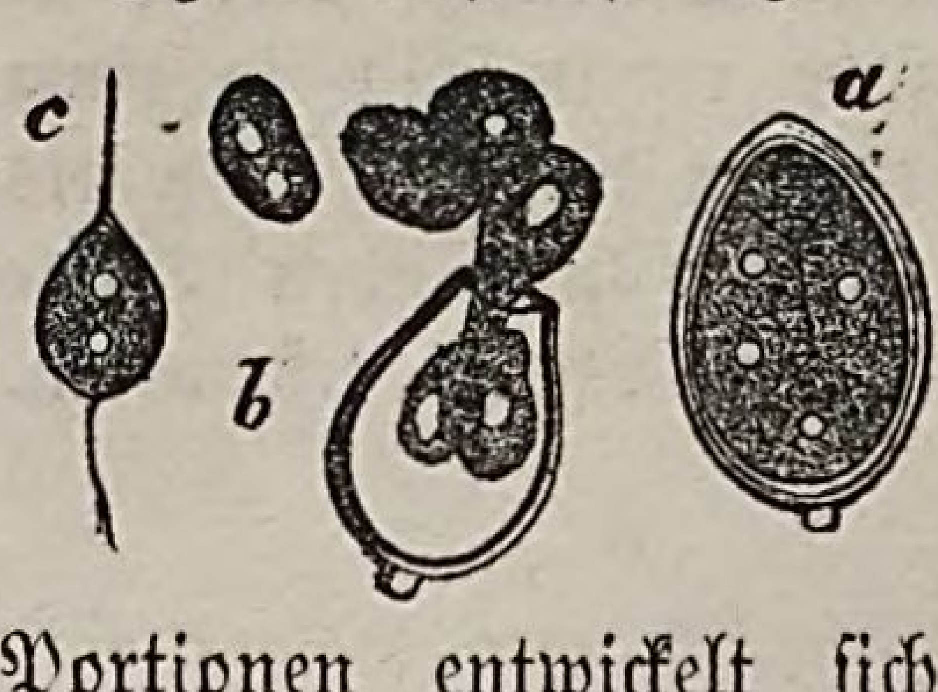
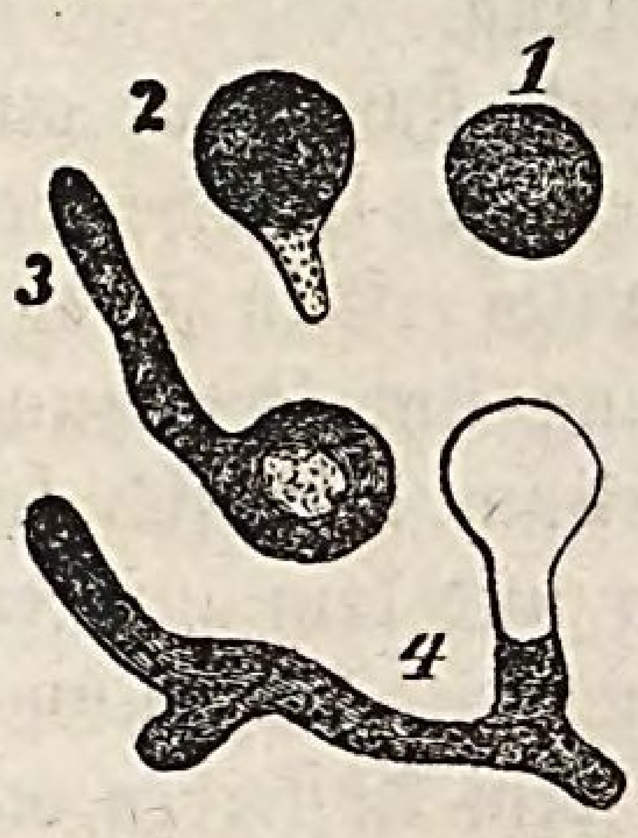
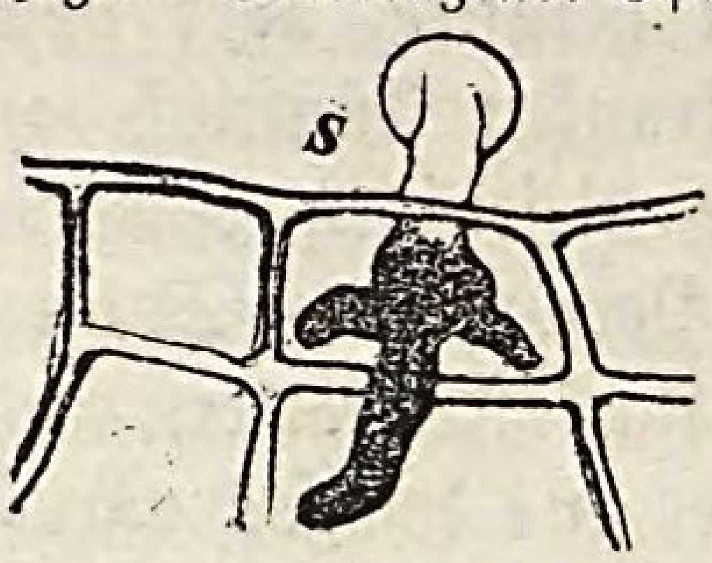


Fig. 66. Keimende Sporen.



dieselbe nach etwa ½ Stunde ganz auf. Sie verlieren ihre Wimpern und werden zu kugeligen Gebilden (Fig. 66[1]), die sogleich zu keimen anfangen. Das Keimen geht in der Weise vor sich, daß die Kugel, um welche sich inzwischen eine Wand gebildet hat und die dadurch zu einem Bläschen geworden ist, einen Keimschlauch austreibt (2), der immer weiter wächst (3 und 4), sich verzweigt und zum Schwammgewebe der künftigen Pflanze entwickelt. Der Inhalt des Keimbläschens wandert dabei allmählich in den Keimschlauch, so daß in jenem zunächst ein Hohlraum entsteht (bei 3). Später wird das Keimbläschen und der ihr benachbarte Theil des Schlauches sogar ganz leer (in 4), fällt wohl auch etwas zusammen (Fig. 67). Eine Weiterentwickelung des Keimes zum Gewebe einer neuen Pflanze erfolgt jedoch nur dann, wenn der Keim an Stellen geräth, an welchen er die zu seinem Wachsthum nothwendigen Nahrungsstoffe findet, d. h. an die Blätter, Stengel oder Knollen von Kartoffeln.

Fig. 67. Eindringende Spore.



Bringt man reife Sporangien, (Keimbehälter) dieses Pilzes auf feucht gehaltene Stengel oder Blätter von Kartoffeln, so treten sehr bald die geschilderten Veränderungen ein. Zunächst entwickeln sich aus ihnen Schwärmsporen; diese keimen, nachdem sie zur Reife gekommen sind, und ihre Keimschläuche dringen in das Innere der Pflanzen ein. Dies geschieht nicht bloß durch die natürlichen Spaltöffuungen an der Unterfläche der Blätter, sie sind ebenso gut im Stande, die Wände der unverletzten Oberhautzellen zu durchdringen, (s. Fig. 67, die das Eindringen einer keimenden Spore (*s*) in das Innere eines Kartoffelstengels bei 350facher Vergrößerung zeigt).

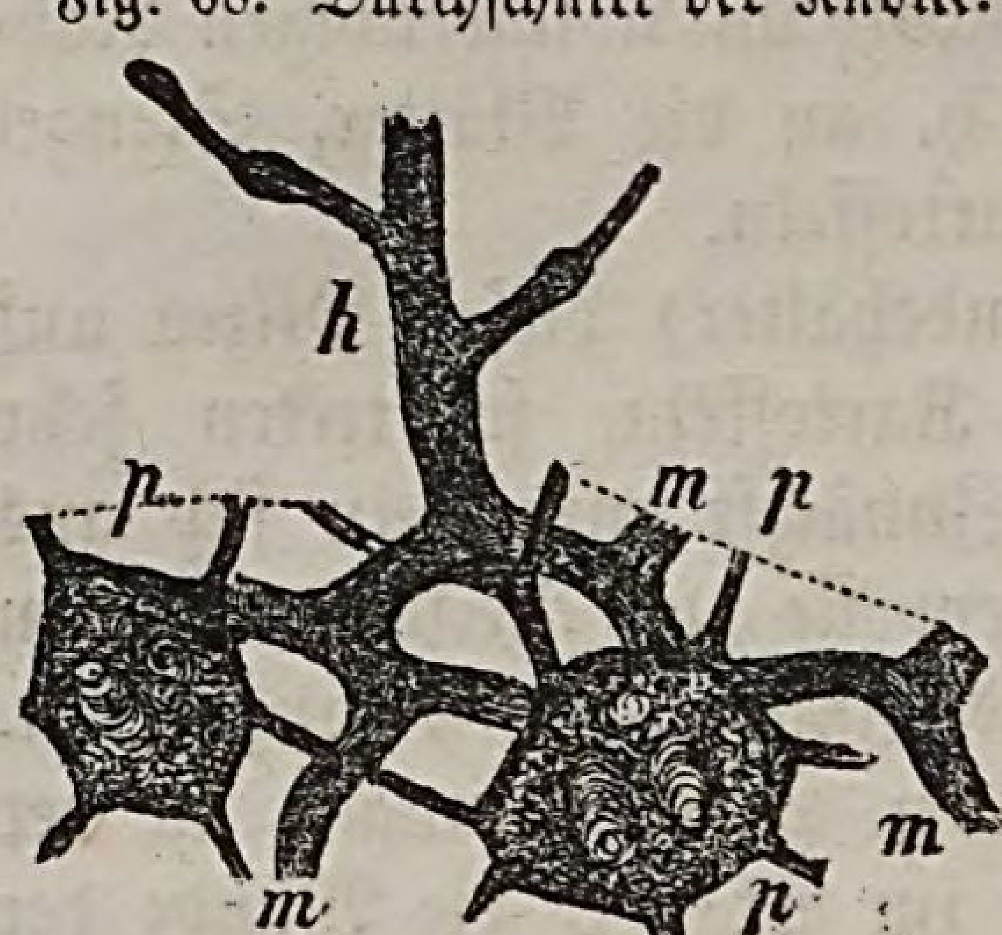
Die in das Innere der Blätter, Stengel 2c. eingedrungenen Keimschläuche wachsen nun weiter, indem sie sich vorzugsweise in den Zwischenräumen zwischen den Parenchymzellen verbreiten und dort ein Gewebe bilden, welches einerseits immer weiter wuchert und so neue Gruppen von Zellen umspinnt, andererseits aufwärts strebende Hyphen entwickelt, die, nachdem sie die Oberhaut der Pflanze durchbrochen haben und ins Freie gelangt sind, dort Fruchtäste treiben und neue Sporangien entwickeln. Ueberall, wo das Gewebe des Pilzes die Zellen der Kartoffelpflanze durchdringt oder auch nur berührt, nehmen letztere eine braune Färbung an, erkranken und sterben zuletzt ab. Dies erfolgt am schnellsten in luftreichen Pflanzentheilen, daher am ersten in der Nähe der Athemhöhlen der Blätter, später im Gewebe der Stengel und Knollen. Da die Keimung, sowie die Weiterentwickelung und das Fruchtbringen des Pilzes ferner einen gewissen Grad von Feuchtigkeit

erfordert, so erfolgt erstere leichter und schneller, wenn man die Pflanzen künstlich feucht hält, oder im Freien bei nasser Witterung.

Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen ergiebt sich also mit Bestimmtheit, daß die „Pernospora" wirklich die alleinige Ursache der Kartoffelkrankheit ist, und nicht etwa wie die Fäulnißpilze erst in Folge einer durch andere Ursachen herbeigeführten Erkrankung und Zersetzung des Gewebes der Pflanze sich entwickelt. Ihr Mycelium läßt sich sogar in Theilen der Pflanze nachweisen, die noch grün und dem äußeren Anschein nach gesund sind; erst nach der Entwickelung des Myceliums in denselben werden sie braun und sterben ab. Mit dem Absterben der Pflanzentheile hört aber auch zugleich die Weiterentwickelung des Pilzes auf; derselbe geht dann gleichfalls zu Grunde.

Dr. Speerschneider gelang es zuerst (1856) durch Uebertragung der Sporen des Kartoffelkrautpilzes auf vollkommen gesunde, aber noch junge und zartschalige Kartoffelknollen, deren Erkranken künstlich zu veranlassen. Seine zahlreichen Experimente, sowie diejenigen Anderer über das Keimen der Peronospora-Sporen auf frischen gesunden Kartoffelblättern und über das Eindringen der aus den Schwärm-Sporen hervorgegangenen Keimschläuche in solche Blätter, wie auch in gesunde Knollen, sind von de Bary wiederholt und bestätigt worden. Fig. 68 stellt den Durchschnitt eines inficirten Stückchens Kartoffelknollen bei 200maliger Vergrößerung dar: *p*, *p* Parenchymzellen der Knolle, 2 davon noch mit Stärkekörnern 2c. gefüllt, die andern leer; *m*, *m* Mycelium des Pilzes, das in und zwischen den Zellen der Knolle wuchert; *h* Hyphe, die vom Mycelium ausgeht, mit Aesten, welche sich zur Fruchtbildung anschicken.

Fig. 68. Durchschnitt der Knolle.



Da es hier und da noch Zweifler giebt, welche wohl die Krankheit des Kartoffelkrautes nicht bestreiten, dagegen aber behaupten, daß die Knollenfäule mit der Krankheit des Krautes gar nichts zu thun habe, sondern daß dieselbe durch Feuchtigkeit, unzweckmäßige Düngung u. s. w. oder direct durch andere Pilze, welche man häufig auf faulenden Kartoffelknollen findet, hervorgerufen werde, führen wir einige Experimente an, die wohl jeden überzeugen werden, daß die Peronospora die alleinige und directe Ursache, wie der Erkrankung des Krautes, so auch der Fäulniß der Knollen ist. Man hat vollkommen gesunde Kartoffelknollen in feuchte Erde eingegraben und auf die Oberfläche der letzteren reife Sporangien (Samengefäße) der Peronospora in hinreichender Anzahl ausgestreut und nach etwa 1—2 Wochen sind die Knollen regelmäßig erkrankt und haben alle Erscheinungen der Kartoffelfäule gezeigt. Eine mikroskopische Untersuchung hat ergeben,

daß ihre Zellen an den erkrankten fleckigen Stellen von verzweigten röhrigen Fäden durchzogen waren, welche alle Eigenschaften des Schwammgewebes der Peronospora an sich trugen. In einem anderen, noch anschaulicheren Falle hat man Kartoffelknollen oder abgeschnittene Stücke derselben mit Sporangien der Peronospora direct bestäubt und unter eine Glasglocke gebracht, deren Inneres immer feucht erhalten wurde, etwa durch ein hineingestelltes Schälchen mit Wasser oder auf andere Weise. Bei diesem Verfahren hat man nun das Eindringen der aus den Sporangien hervorgehenden Keimschläuche in dieselben direct beobachten können. Nach wenigen Tagen zeigten die so behandelten Kartoffelstücke braune Flecken und erkrankten auf dieselbe Weise wie bei der Knollenfäule. Ihre Zellen erschienen auf feinen Durchschnitten unter dem Mikroskope von neu gebildetem Mycelium der Peronospora durchzogen und unter günstigen Verhältnissen — bei Einwirkung von Feuchtigkeit, Wärme und Luft — trieb dieses Gewebe selbst Hyphen, auf denen sich wiederum Sporangien entwickelten (s. Fig. 68). Bei Beobachtung des Entwickelungsprocesses der in die Knollen eindringenden Keimschläuche hat sich außerdem ergeben, daß nicht alle auf den Knollen keimende Sporangien erst Schwärmsporen bilden, wie dies auf grünen Pflanzentheilen immer geschieht. Manche Sporangien entwickeln vielmehr sogleich einen Keimschlauch, ohne vorher ihren Inhalt als Schwärmsporen zu entlassen; sie verhalten sich in diesem Falle also nicht wie Sporangien, sondern wie einfache Sporen (s. Fig. 69).

Fig. 69



Der Grund hiervon ist bis jetzt noch nicht erklärt. Versuche nach anderen Seiten hin haben die Vermuthung gewissermaßen bestätigt, daß der Kartoffelpilz aus Südamerika — der bekannten Heimath der Kartoffelpflanze — stamme und irgend einmal zufällig mit kranken Knollen von da oder aus Nordamerika nach Europa verschleppt worden sei, da schon zur Zeit der Eroberung Perus durch die Spanier die dort damals bereits seit Jahrhunderten im großen Maßstabe kultivirten Kartoffeln in nassen Jahren häufig an Kraut- und Knollenfäule gelitten zu haben scheinen. Es spricht nämlich die interessante Thatsache dafür, daß es nicht gelungen ist, durch Uebertragung der Sporen des Kartoffelpilzes auf unsere heimischen Arten der Gattung „Nachtschatten", zu welcher bekanntlich die Kartoffelpflanze gehört, ein Erkranken der Blätter herbeizuführen, wohl aber auf südamerikanische Arten, welche mit der Kartoffelpflanze nahe verwandt sind, z. B. beim Liebesapfel, wo die aus den Schwärmsporen hervorgegangenen Keimschläuche in derselben Weise, wie auf den Kartoffelblättern, in die Blätter eindringen und in deren Innern ein Schwammgewebe entwickeln.

Die Krankheit der Kartoffeln, die des Krautes sowohl als die Fäule der Knollen, läßt sich also durch die Anwesenheit der Peronospora vollständig erklären. Eine andere Frage ist aber die: Wie kommt

der Pilz in die Kartoffelpflanzen? eine Frage, deren Beantwortung natürlich für die Verhütung der Krankheit eine große Wichtigkeit hat. Daß er darin nicht etwa von selbst, durch sogenannte Urzeugung entstehen kann, sondern immer mit Nothwendigkeit von einem Pilze gleicher Art abstammen muß, darüber herrscht nach der Kenntniß über die Entstehung der Pilze überhaupt kein Zweifel mehr. Die Sporen fliegen fast überall in der Luft umher und entwickeln sich da, wo sie die dazu nöthigen Bedingungen finden. (Wir haben gesehen, daß die Sporen des gewöhnlichen Schimmels überall hingelangen, wo auch nur eine Spur von Luft einzudringen vermag.) Daraus folgt mit Evidenz, daß der Pilz irgend woher von außen in die Kartoffelpflanzen gelangen muß. Da nach de Barys Versuchen die Erde eines Kartoffelfeldes, welche im Herbste sehr zahlreiche Samengefäße des Pilzes enthielt, im folgenden Frühjahr nicht mehr die Fähigkeit hatte, die in derselben kultivirten Kartoffeln anzustecken, — anhaltende Trockenheit entzieht den Sporen nämlich ihre Keimfähigkeit nach wenigen Wochen — so bleibt nur die Annahme übrig, daß das Schwammgewebe des Kartoffelpilzes, das in den erkrankten Theilen der den Winter hindurch aufbewahrten Kartoffelknollen enthalten ist, nach dem Aussäen dieser Knollen im Frühlinge das Wiederauftreten der Krankheit im Sommer veranlaßt. Und für diese Annahme sprechen sehr gewichtige Beweise.

Unter den Verhältnissen, unter welchen die Kartoffeln gewöhnlich in Kellern aufbewahrt werden, entwickelt sich das Gewebe des Pilzes während des Winters in ihnen nur wenig weiter, ja, die erkrankte Stelle umgiebt sich wohl auch mit einer Korkschicht. Legt man jedoch Stücke derselben in eine feuchtwarme Atmosphäre, so bringt das Gewebe, wie schon erwähnt, Pilzfäden und Früchte hervor. Dasselbe geschieht nach der Aussaat solcher Knollen im Frühlinge. Sind die Knollen zerschnitten, oberflächlich gelegt, das Erdreich locker und feucht, so können sie direct Hyphen (Pilzfäden) produciren. Doch scheint dies nur selten zu geschehen. Häufiger dringt das Schwammgewebe des Pilzes in die jungen Triebe der Saatkartoffeln ein und wächst mit diesen immer weiter, bis es endlich in die Stengel, Zweige und Blätter gelangt und in diesen erst Fäden mit Sporangien entwickelt, welche die Krankheit weiter verbreiten. Enthalten daher unter den ausgesäeten Kartoffeln nur einige wenige das Gewebe von der Peronospora, so kann durch diese dennoch unter Bedingungen, welche der Verbreitung und Entwicklung der Pilze günstig sind, wie namentlich anhaltend nasse Witterung, allmählich, d. h. im Laufe mehrerer Monate, ein ganzer Kartoffelacker, ja, eine ganze Flur von der Krankheit ergriffen werden; denn die Vermehrung der Peronospora erfolgt wie bei den meisten Pilzen in außerordentlich großem Maßstabe. Es ist erwiesen, daß bei einem von dem Parasiten heimgesuchten Kartoffelblatt fast aus jeder Spaltöffnung ein Fruchtträger hervorbringt, und da auf eine □''' der unteren Seite des Kartoffelblattes wenigstens 1030 Spaltöffnungen kommen, so läßt sich daraus

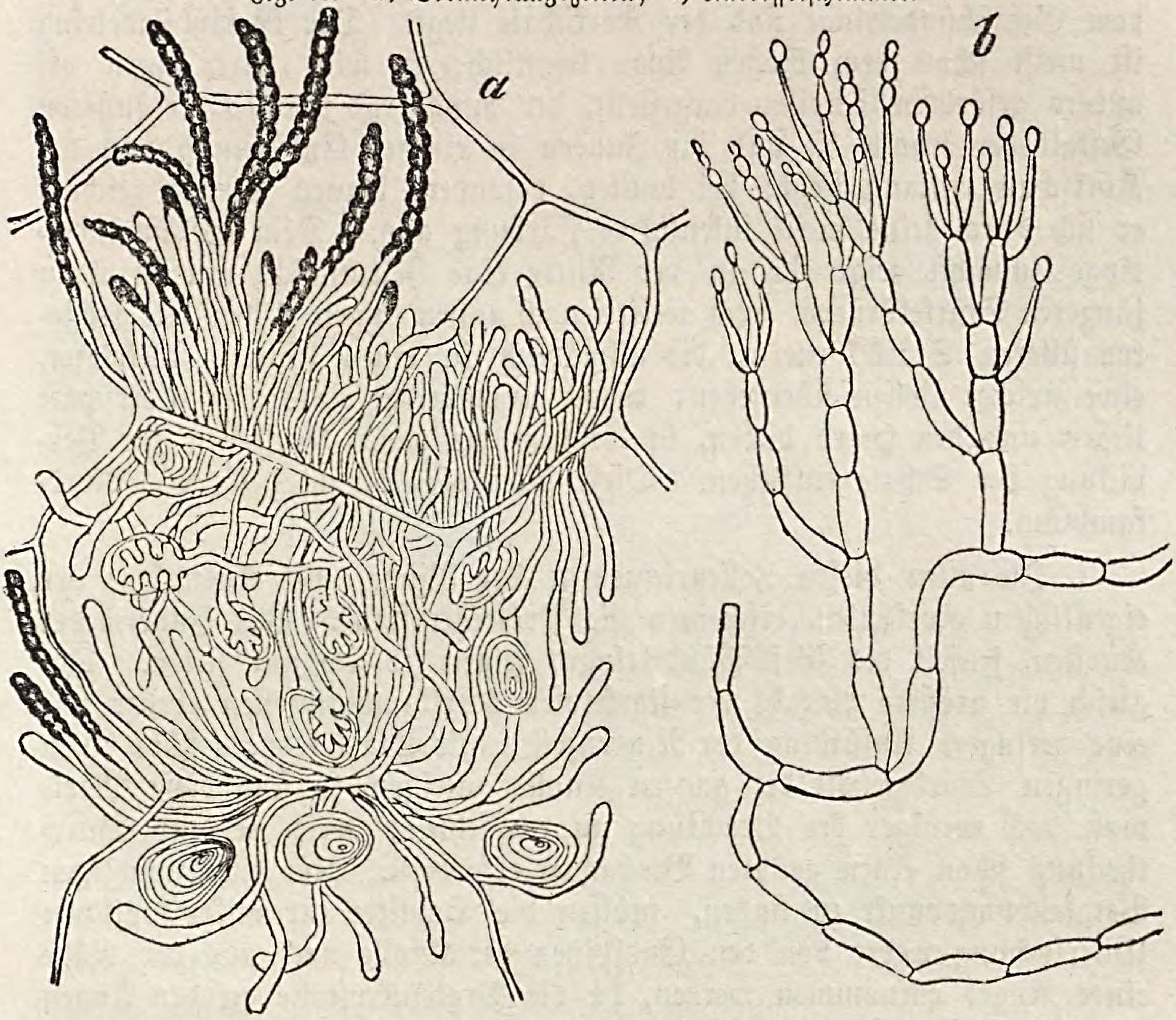
ein Schluß auf die außerordentliche Menge von Fortpflanzungsorganen machen, welche schon auf einem einzigen völlig erkrankten Kartoffelblatt entstehen. Bei der ungemeinen Leichtigkeit dieser Sporen und der eben angedeuteten fabelhaften Menge derselben (ein von dem Schimmel befallenes Stengelstück von 2cm. Länge vermag bis 15,000, ein Stückchen Kartoffelblatt von 1 □mm. Größe über 3000 und ein Stück von 1 □" Blattfläche gegen 3,000,000 Sporen zu entwickeln!) ist es leicht möglich und sehr natürlich, daß die Sporen durch den Wind in alle Weltgegenden hin verstreut werden, so daß eine einzige kranke Kartoffelpflanze eine ganze Gegend anzustecken im Stande ist. Aus diesen Wahrnehmungen ergeben sich zugleich wichtige Gesichtspunkte für die Praxis: nämlich, welche Mittel man anwenden kann, um die Kartoffelkrankheit möglichst zu verhüten oder zu bekämpfen. Dieselben müssen wesentlich dahin gerichtet sein, den Pilz von Kartoffeln abzuhalten und dessen Entwickelung in denselben möglichst zu beschränken. Da die Pilze durch die zur Aussaat verwandten Knollen in die Pflanzen gelangen, so wähle man solches Saatgut, welches ganz gesund und pilzfrei ist. In zweifelhaften Fällen ist vorsichtiges Dörren der Saatkartoffeln (ähnlich, wie es mit den Steckzwiebeln geschieht), welches das etwa darin steckende Mycelium tödtet, ohne die Keimfähigkeit der Augen oder Knospen zu beeinträchtigen, ein wirksames Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit. Um die nachtheilige Wirkung der Feuchtigkeit zu entkräften, benütze man zur Kartoffelkultur vorzugsweise trockene und luftige Aecker; bei tiefliegenden Aeckern beuge man durch Drainage und sorgfältige Ableitung des Tagewassers einer anhaltend feuchten Beschaffenheit des Erdreichs vor. In den Aufbewahrungsräumen wirke man der Ansteckung entgegen durch sorgfältiges Auslesen aller fleckigen, kranken Knollen bei der Ernte, durch Herstellung möglichster Trockenheit der Räume und durch Vermeidung alles dessen, was ein Niederschlagen der Dünste und ein Feuchtwerden der Knollen veranlassen kann. In den Kellern sorge man anfangs für genügende Lüftung, halte dagegen mit Beginn der niederen Temperatur alle Oeffnungen gut geschlossen und schütte die Kartoffeln andauernd nicht über 3' auf und schaufle sie rechtzeitig um. Die Mieten mache man etwa 6' breit und 3' hoch, bedecke sie alsbald nicht zu stark mit Boden, sondern lege nur so viel auf, daß die Strohlage nicht vom Regen erreicht werden kann. Sehr zweckmäßig ist es ferner, den Firsten der Miete ganz offen zu lassen und zunächst nur etwas Stroh leicht aufzulegen. Damit der Regen nicht eindringen kann, decke man den Firsten durch ein Brett zu, das aber mittelst untergelegter Querhölzer hohl liegen muß, damit die Miete recht ungehindert ausdünsten kann. Dies ist um so wichtiger, je feuchter die Kartoffeln geerntet wurden. Ist dann später der Eintritt der Kälte zu befürchten, so vertausche man das feucht gewordene Stroh des Firsten mit trockenem und bedecke nun die Miete gleichmäßig, aber nur in dem Maße stärker mit Boden, wie der Eintritt größerer Kälte zu fürchten

ist. In zu früh stark bedeckten Mieten erwärmen sich die Kartoffeln leicht und dünsten dann stärker aus. Es findet ohnehin bei der aufbewahrten Kartoffel eine schwache, aber stetige Kohlensäurebildung statt, die naturgemäß mit Wärmeentwickelung verbunden ist. In noch höherem Grade findet dies statt, wenn die Kartoffeln auszukeimen beginnen. Ein Anbringen von Dunstzügen von irgend welcher Art ist nicht vortheilhaft. Denn bei Eintritt niedriger Temperatur schlagen sich in solchen Abzügen die Dünste nieder, in der Nähe derselben werden in Folge dessen die Kartoffeln feucht und es ist damit eine Begünstigung zur Ausbreitung der Krankheit und des Faulens der Kartoffeln gegeben. Sehr beachtenswerth ist noch die von Boeck mitgetheilte Erfahrung, daß man sich gegen ein Umsichgreifen der Krankheit und Faulen der Knollen sehr zweckmäßig dadurch schütze, die Knollen in den Mieten direkt mit Erde zu bedecken, ohne Anwendung von Stroh und nur mit Zuhülfenahme einer äußern Schutzdecke bei Beginn des Frostes. Je strenglehmiger der aufgedeckte Boden, desto besser hielten sich die Kartoffeln. Zum Schluß sei noch bemerkt, daß, wenn die durch Einwirkung von Peronospora erkrankten Kartoffeln der Luft ausgesetzt sind, sich bald Helfershelfer an dem Zerstörungswerke in Form anderer Schimmelpilze betheiligen, welche indeß mit dem Kartoffelpilz keine Verwandtschaft oder sonstige Gemeinschaft haben, insbesondere das Fusidium Solani (s. Fig. 63b), dessen spindelförmige, mehrzellige Sporen sich an den aus der faulen Kartoffel hervorgedrungenen Mycelzweigen, oft auch an der Oberfläche der Knolle in großer Menge entwickeln. Die gegliederten, sporenerzeugenden Pilzfäden bilden dann dicke weiße Schimmelpolster auf der Oberfläche der faulenden Kartoffel, welche unter dem Einflusse dieses Schimmels rasch zusammenschrumpft und verwest. Alle echten Schimmel vermögen nämlich nur an der Luft Früchte zu bringen und bewirken dann die Verwesung des organischen Körpers, auf oder in dem sie sich angesiedelt haben. Ein anderer Schimmel, Spicaria Solani (Fig. 70b*)) erscheint häufig auf sogenannten trockenfaulen Kartoffeln, d. h. bei erkrankten Kartoffeln, wo die vom Kartoffelpilz angesteckten Stellen sich mit Korkgewebe umgeben haben, dadurch von den noch gesunden Theilen isolirt werden und zu einer elastischen, derben, braunen Masse zusammengeschrumpft sind. Auf solchen trockenfaulen Stellen bildet der genannte, sehr zierlich geformte Schimmel kleine schneeweiße Polster. Es sei hierüber bemerkt, daß die Form der „trockenen Fäule" sich dann auszubilden scheint, wenn das Umsichgreifen des in die Kartoffel eingedrungenen Pilzes durch eingetretene und anhaltende Trockenheit oder dadurch unterbrochen wird, daß die Kartoffel aus dem Boden genommen und an einem trockenen Orte aufbewahrt

*) Fig. 70a zeigt uns die perlschnurförmigen Endglieder, sogenannte Conidien oder Vermehrungszellen, in welche sich einzelne Zweige der die Stärkemehlkörner umschlingenden und vernichtenden Pilzfäden der geschilderten „Peronospora" verwandeln.

wird. Zum Schluß theilen wir noch ein von Dr. Sorauer in den „Annalen der Landwirthschaft" empfohlenes Verfahren zur Abschätzung des Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln mit, welches bei der Leichtigkeit der Untersuchung und der zunehmenden Verbreitung des Mikroskops für die Praxis Beachtung verdient.

Fig. 70. *a*) Vermehrungszellen; *b*) Kartoffelschimmel.



Bisher bestimmte man den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln, — dessen größerer oder geringerer Reichthum, nebenbei bemerkt, indeß nach der Jahreszeit derart verschieden ist, daß beispielsweise 100 Pfund Kartoffeln, die im August circa 10 Pfund Stärkemehl enthalten, im September in Folge einer freiwilligen chemischen Umwandlung deren schon 14, im Oktober 15, im November 16, im December und Januar sogar 17, dagegen im Februar wiederum 16, im März 15, im April 13 und im Mai nur 10 Pfund enthalten, — durch Entwickelung des specifischen Gewichtes der Knollen. Diese Methode giebt zwar sichere Resultate, ist aber einigermaßen umständlich. Aus wiederholten Unter-

suchungen zahlreicher Kartoffel-Varietäten hat sich nun nach Sorauer ein mikroskopisches Merkmal ergeben, welches eine Schätzung des Stärkegehaltes der Kartoffeln gestattet. Dieser ist nämlich um so geringer, je mehr Proteïn-Krystalle in der Rinde der Knollen sich vorfinden. Unter Proteïnkrystallen versteht man die eiweißreichen, krystallinischen, meist in Würfelform auftretenden, farblosen, oft durchscheinenden Gebilde, welche in der Rinde der Kartoffelknolle vorhanden sind. Die Rinde der Knolle wird durch jenen äußeren Gürtel gebildet, welcher zwischen dem Gefäßbündelringe und der Korkschale liegt. Der Gefäßbündelring ist meist schon dem bloßen Auge kenntlich; er wird durch einen oft anders gefärbten Streifen dargestellt, der annähernd parallel der äußeren Gestalt der Knolle ist und im Innern in einiger Entfernung von der Korkschale entlang zieht; bei bunten, besonders blauen Sorten zeichnet er sich durch seine meist intensivere Färbung aus. Dem Gefäßbündelringe zunächst zeigt sich in der Rinde eine Zellenschicht mit kleineren jüngeren Stärkekörnern, noch weiter nach außen folgen Zellen mit größeren älteren Stärkekörnern, die allmählich in einen Gürtel stärkeloser, eiweißreicher Zellen übergehen, welche unmittelbar unter der Korkschale liegen und den Heerd bilden, in welchem die neuen Korkzellen zur Verdickung der Schale entstehen. Diese stärkelose Schicht heißt das Korkkambium.

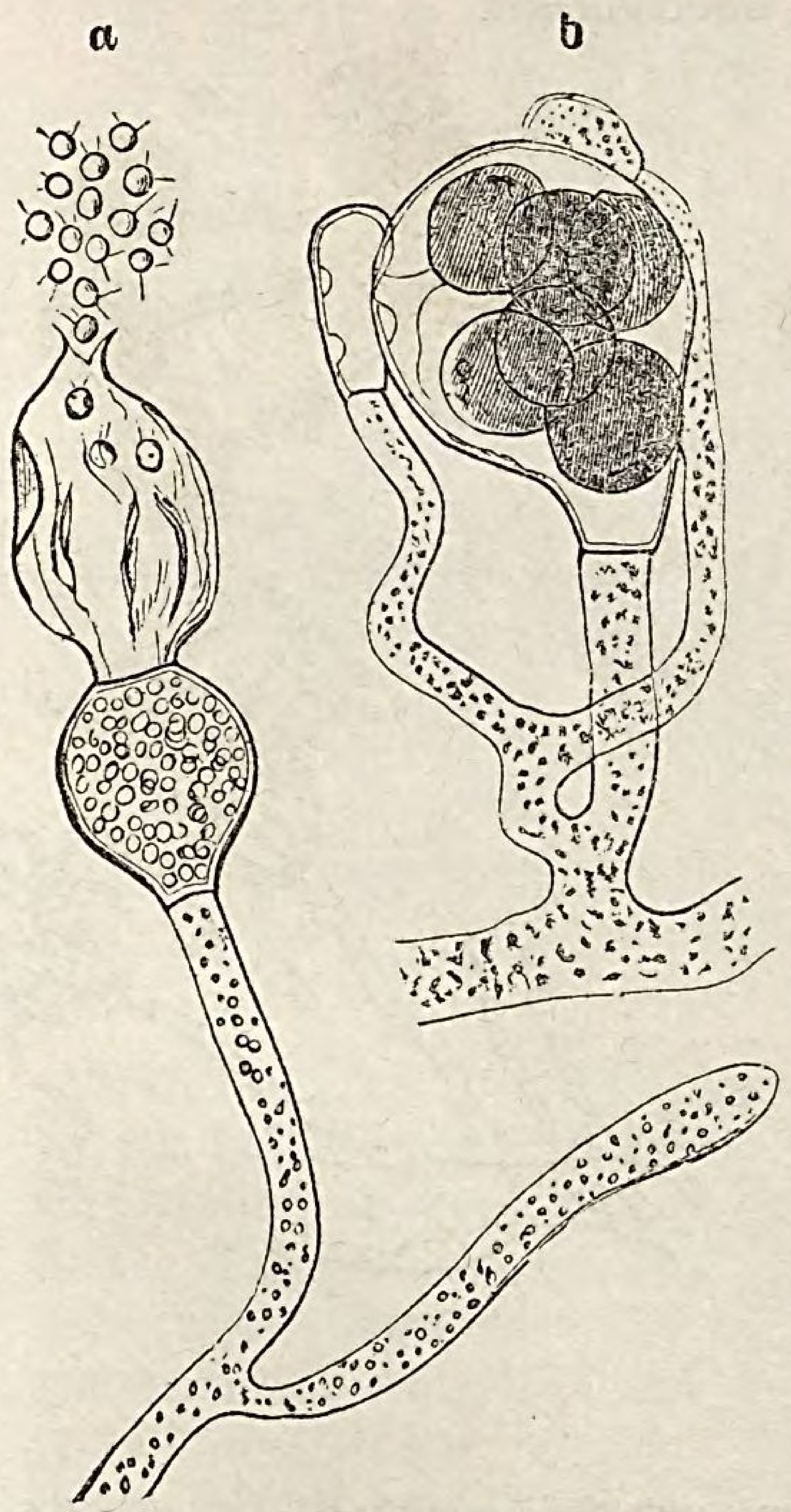
In allen diesen Zellenelementen der Rinde, mit Ausnahme der eigentlichen Korkzellen, erscheinen die Proteïnkrystalle. Im Innern der Knollen, jenseit des Gefäßbündelringes zeigen sie sich nur selten. Obgleich die größere Anzahl der stärkelosen Korkkambiumzellen ebenso wie eine geringere Anfüllung der Rindenzellen mit Stärkekörnern schon einen geringen Stärkegehalt der ganzen Knolle anzeigen, so sind diese Merkmale doch weniger der Beachtung zu empfehlen, weil sie zur Beurtheilung schon einen geübten Beobachter erfordern. Um einen wichtigen Vergleichungspunkt zu finden, müssen die Schnitte zur mikroskopischen Untersuchung weder von den Endspitzen der Knolle noch aus der Nähe eines Auges entnommen werden, da die Proteïnkrystalle an den Augen am zahlreichsten sind. Verschiedene Jahre ändern zwar den Gehalt an Proteïnkrystallen, doch bleibt das Verhältniß zwischen den einzelnen Sorten in jedem Jahre nahezu dasselbe.

Zur leichten Erkennung der Krystalle taucht man den Schnitt in kochendes Wasser, wobei die die Krystalle verdeckenden Stärkekörner zerplatzen, erstere aber fast unverändert bleiben. Zum Ueberfluß kann man dann durch etwas Cochenillelösung, der ein Tropfen Essig zugesetzt wird, die Krystalle roth färben und erhält auf diese Weise überaus klare Bilder. —

Eine andere Art der Algenpilze, zur Gattung der Mucorineen gehörig, welche eine Conidienform (Vermehrungsform) des häufig auf faulem Obst, verderbenden Fruchtsäften und Speisen vorkommenden

Knopfschimmels, Mucor Mucedo,*) ist, (dem bloßen Auge als ein aus zarten, knopfigen Härchen bestehendes Röschen von graugrüner Farbe erscheinend) hat in neuester Zeit eine doppelte Wichtigkeit erlangt, einmal weil ihre Sporen und Vermehrungszellen (Conidien), wenn sie in gährungsfähige Flüssigkeit gerathen, Hefe bilden (s. später) und zweitens, weil aus ihren Sporen, wenn sie in's Wasser fallen und auf in solchem lebenden oder todten Thieren (Fischen, Krebsthieren, Insekten, besonders auf Fliegen, die in's Wasser gefallen) zum Keimen kommen, nach Bail wahrscheinlich ein längst bekannter Wasserpilz entsteht, welcher neuerdings als ein höchst verderblicher Parasit für die Brut der Fische und selbst für ältere Fische entlarvt worden ist, nämlich die Saprolegnia ferax**), von welcher Fig. 71 eine stark vergrößerte Abbildung darstellt. Dieser kleine, weißliche Flecken bildende Pilz ist der gefährlichste Feind der künstlichen Fischzucht, indem er sich sehr leicht auf den Eiern und den ausgelaufenen jungen Fischen ansiedelt, wenn die Brutbehälter nicht gegen den Zutritt der Luft gesichert sind und nicht von unmittelbar aus dem Boden kommendem Quellwasser gespeist werden. Die von ihm ergriffenen Eier und Fischchen sterben rasch und gehen sehr schnell in Fäulniß über. Ihr Inneres wimmelt dann von sogenanntem Micrococcus (Kernhefe), den dieser Pilz in ungeheurer Menge erzeugt. Er vermehrt sich durch Schwärmsporen (*a*) und pflanzt sich fort durch dickschalige Eisporen (*b*) auch „Winter-“ oder „Dauersporen“ genannt, welche erst zu keimen vermögen, wenn sie überwintert haben, und durch welche daher die betreffende Pilzart von einem Jahre zum anderen erhalten wird. Dem verdienten Pilzforscher Prof. Hoffmann in Gießen ist es gelungen, durch Ueber-

Fig. 71. Wasserpilz.

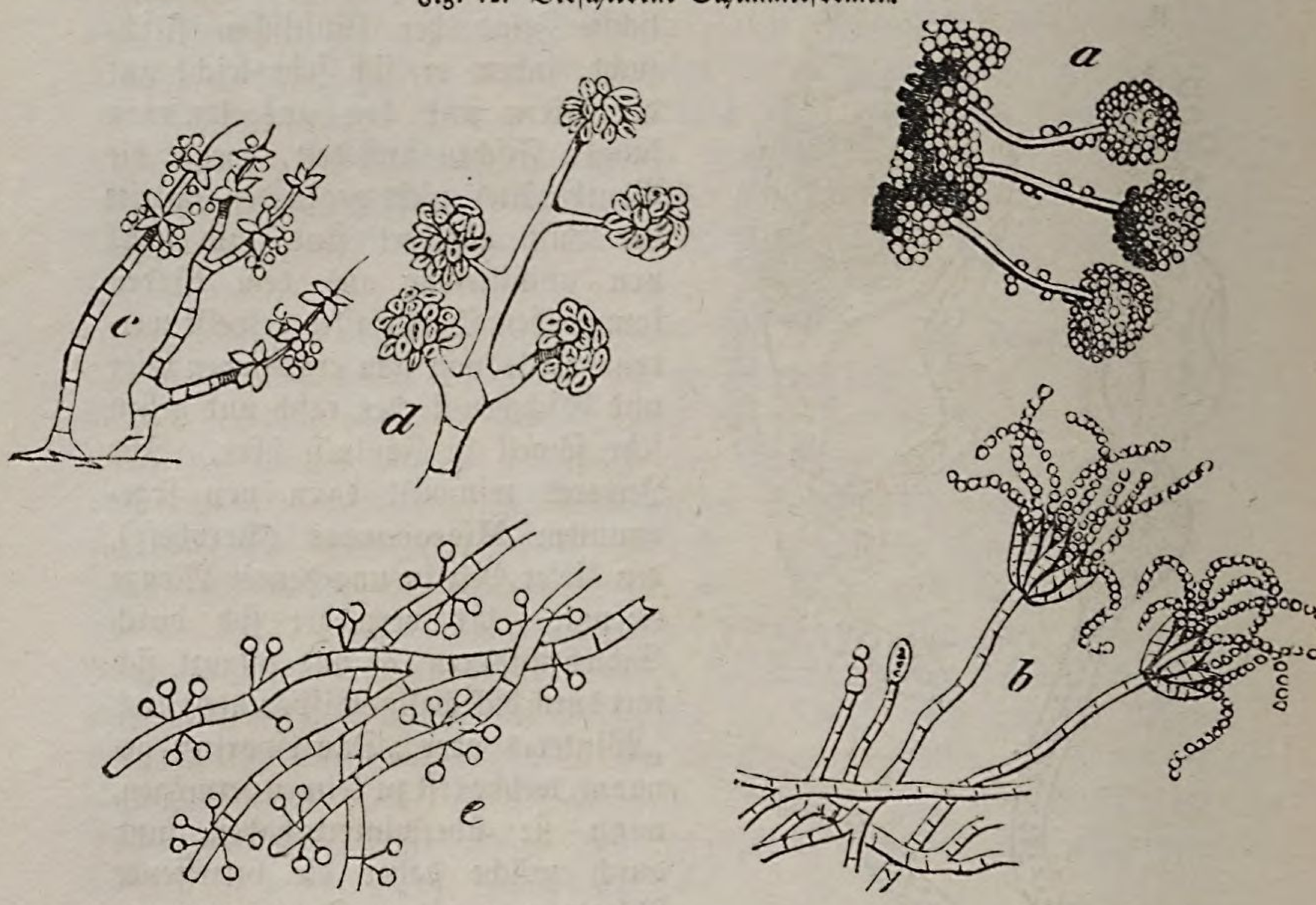


*) Die genaue Kenntniß von Mucor Mucedo ist nach de Bary den Arbeiten von Woronin zu danken. Ausführliches darüber befindet sich in der „Morphologie und Physiologie der Pilze von A. de Bary“, pag. 177 ꝛc.

**) Bei einigen Saprolegnien, Sapr. ferax und Aphanomyces besonders, ist der ganze Kreislauf der Entwickelung, anscheinend lückenlos, wiederholt

tragung oder Einimpfung von Mucorflocken auf die Haut junger Weißfische hier die „Saprolegnia“ hervorzurufen, sowie umgekehrt durch „Saprolegniaflocken“ auf abgekochten Kartoffeln den gemeinen „Knopfschimmel“ (Mucor Mucedo) zu ziehen. Diese Experimente sprechen dafür, daß jener gefährliche Wasserpilz aus zufällig in's Wasser gefallenen Mucorsporen hervorgehen mag. Er scheint sich aber auch aus anderen sogenannten Schimmelpilzen bilden zu können. So ist es beispielsweise Dr. Willkomm, Director des Kaiserl. botanischen Gartens zu Dorpat, gelungen, die Saprolegnia auf gesunden, lebenden, gegen die Luft hermetisch abgeschlossenen Forelleneiern zu ziehen, indem er dieselben einfach mit den Sporen des gemeinen Pinselschimmels (Penicillium crustaceum — s. Fig. 72 b) übersäete.*) Zu den Algenpilzen

Fig. 72. Verschiedene Schimmelformen.



beobachtet, und an ihnen nur die Bildung und Keimung der im Wasser sich ausbildenden Organe gefunden worden. Es ist jedoch möglich, daß vielleicht besondere Arten, vielleicht auch alle Saprolegnien noch ein nicht aufgeklärtes Entwickelungsstadium außerhalb des Wassers durchlaufen.

*) (Figur 72a ist eine Abbildung des gemeinen Brotschimmels, Aspergillus glaucus; c) ist der auf schattigem, nassen Boden häufig wuchernde Erdährenschimmel; d) der auf faulen Früchten gemeine Knaulschimmel und e) ein an Tannenstämmen häufig vorkommender Schimmel, Acremonium verticillatum.

gehört ferner auch der im Jahre 1865 von Dr. Willkomm entdeckte Pilz der Rothfäule. Als Rothfäule bezeichnen die Forstleute und Holztechniker das Faulwerden des Kernholzes lebender Bäume, wobei sich das faulende Holz röthlich braun färbt. Die nächste Ursache dieser Holzkrankheit, welche besonders in Fichten- und Eichenwäldern häufig vorkommt, in ersteren nicht selten ganze Bestände ergreift und dann einen sehr bedeutenden Ausfall in dem Ertrage eines Waldes zu bewirken vermag, ist nach Willkomm offenbar ein im Innern des Holzkörpers vegetirender Pilz, der verschiedene Entwickelungsstufen durchläuft und massenhaften „Micrococcus" erzeugt. Fig. 73 zeigt einen zarten Längsschnitt (Radialschnitt) aus rothfaulem Eichenholz in 450facher Linearvergrößerung. Die dunkel gehaltenen Schläuche gehören dem Gewebe des Pilzes (Xenodochus ligniperda) an, welches alle Zellen des Kernholzes durchwuchert, die Zellen auseinanderdrängt und deren Wandungen durchlöchert und aussaugt. Die perlschnurförmigen Reihen bestehen aus dickwandigen Sporen, die zuletzt aufplatzen und zahllose kleine Schwärmer entlassen, seltener einen Keimschlauch treiben, der sich sodann zu einem schönen, blau gefärbten Fadenpilze mit länglichen, mehrzelligen Sporen weiterentwickelt. Diese zweite Pilzform entsteht jedoch nur, wenn die Sporen an der Luft keimen, was wieder nur dann möglich ist, wenn rothfaule Stämme gefällt oder vom Sturme umgebrochen werden. Aus den kleinen Schwärmern entwickelt sich ein üppig wucherndes Mycelium, unter dessen Einwirkung die schon gelockerten, mürben und theilweise zertrümmerten Holzzellen rasch aufgelöst und in eine moderig riechende Jauche umgewandelt werden. Die in Folge davon entstehenden Hohlräume sind oft mehrere Fuß lang mit zopfartigen Massen des schleimigen Myceliums, das sich aus den Xenodochusschwärmern entwickelt hat, erfüllt. Dieses Mycelium vermag, wenn es mit der Luft und dem Licht in Berührung kommt, unmittelbar den erwähnten blauen Schnabelpilz (Rhynchomyces) zu erzeugen, von dem ein Stück in Fig. 74 abgebildet ist. — Wer sich mittelst des Mikroskopes von der Zierlichkeit und überraschenden Mannigfaltigkeit der Formen anderer

Fig. 73. Pilz der Rothfäule.

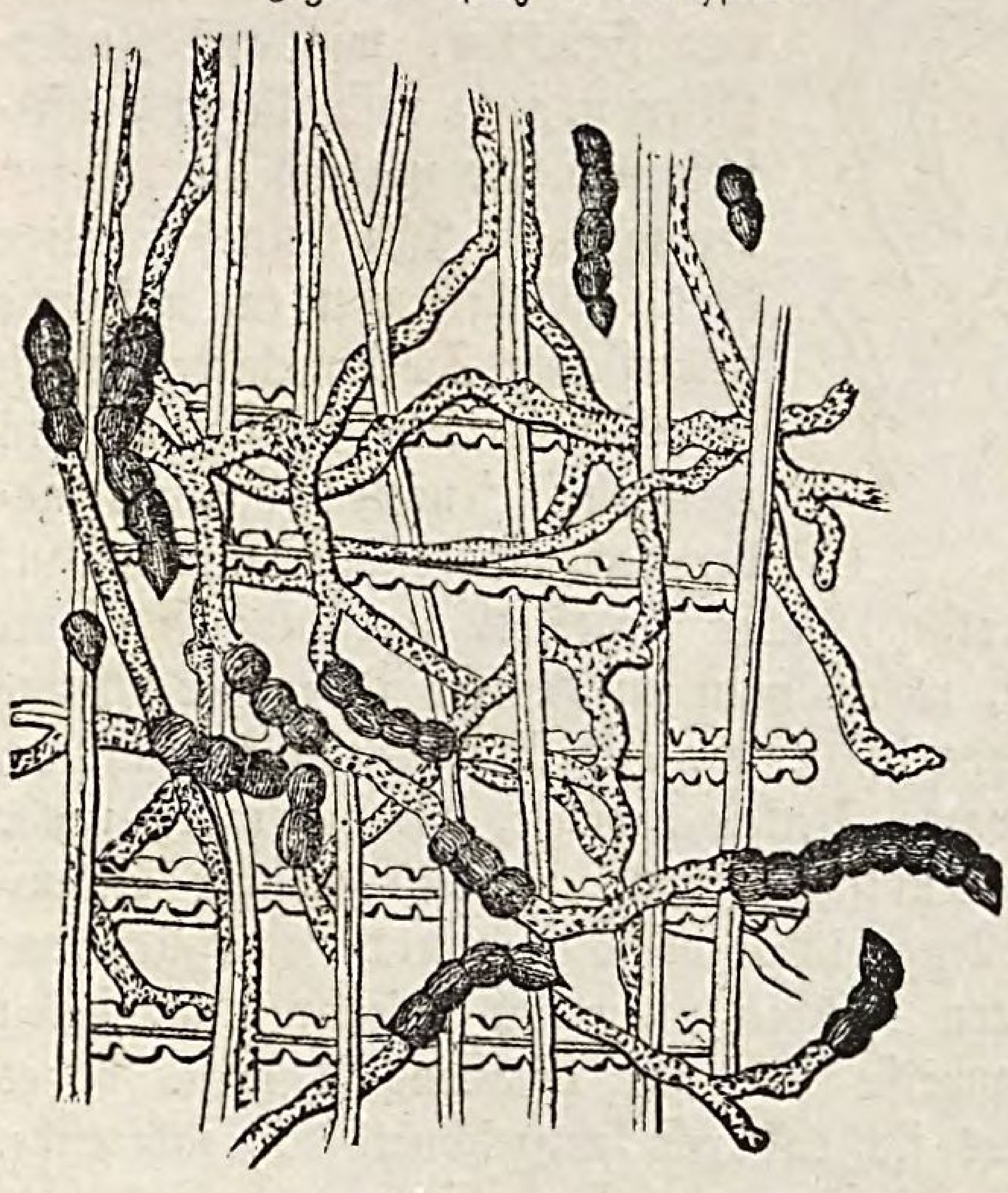
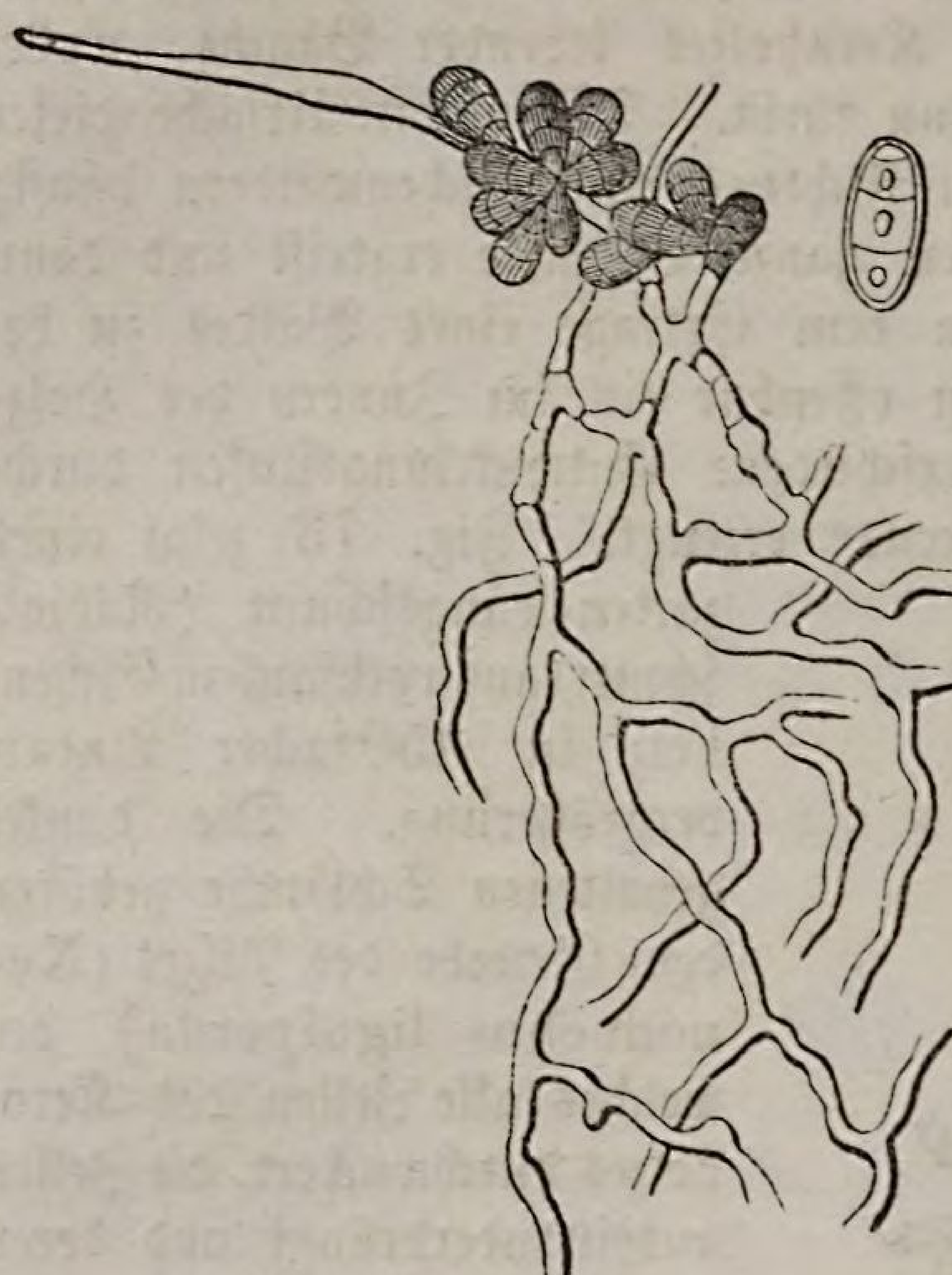


Fig. 74. Pilz der Rothfäule.



Algenpilze, die ebenfalls alle schimmelartig und mikroskopischer Natur sind, auf bequeme Weise eine Vorstellung verschaffen will, den verweisen wir einfach auf den gemeinen Brotschimmel, den auf schattigem, nassen Boden häufig wuchernden Erdährenschimmel, den auf faulen Früchten vorkommenden gemeinen Knaulschimmel, ferner auf den ebenfalls auf verderbenden Speisen und Früchten, wie auf Zuckersäften u. s. w. befindlichen Pinselschimmel, der zugleich als „Hefe" erzeugender Pilz eine wichtige Rolle spielt; außerdem auf eine interessante Schimmelart, die sich im Winter sehr häufig auf in warmen, feuchten Kellern modernden Kartoffeln findet, auf welchen sie anfangs zinnoberrothe, später ziegelroth werdende Häufchen bildet, wie auch auf eine Art, welche man im Herbste in großer Menge auf abgestorbenen Pflanzenstengeln z. B. des Mooses, der Malven, des Schöllkrautes 2c. als schwarze Flecken bemerkt, die sich indeß unter dem Mikroskope in Wälder unendlich kleiner, äußerst zierlicher Bäumchen aus perlschnurartigen Zellengebilden auflösen; und schließlich auf den höchst zierlichen, genabelten Netzpilz, der im Winter nicht selten auf verrottetem Holze truppweise als ein höchstens 1 mm. hohes Pilzchen anzutreffen ist, welches sich dadurch kennzeichnet, daß zahlreiche, nach erlangter Reife aus dem Köpfchen entlassene Sporen dasselbe als ein feines, rothbraunes Pulver umgeben. —

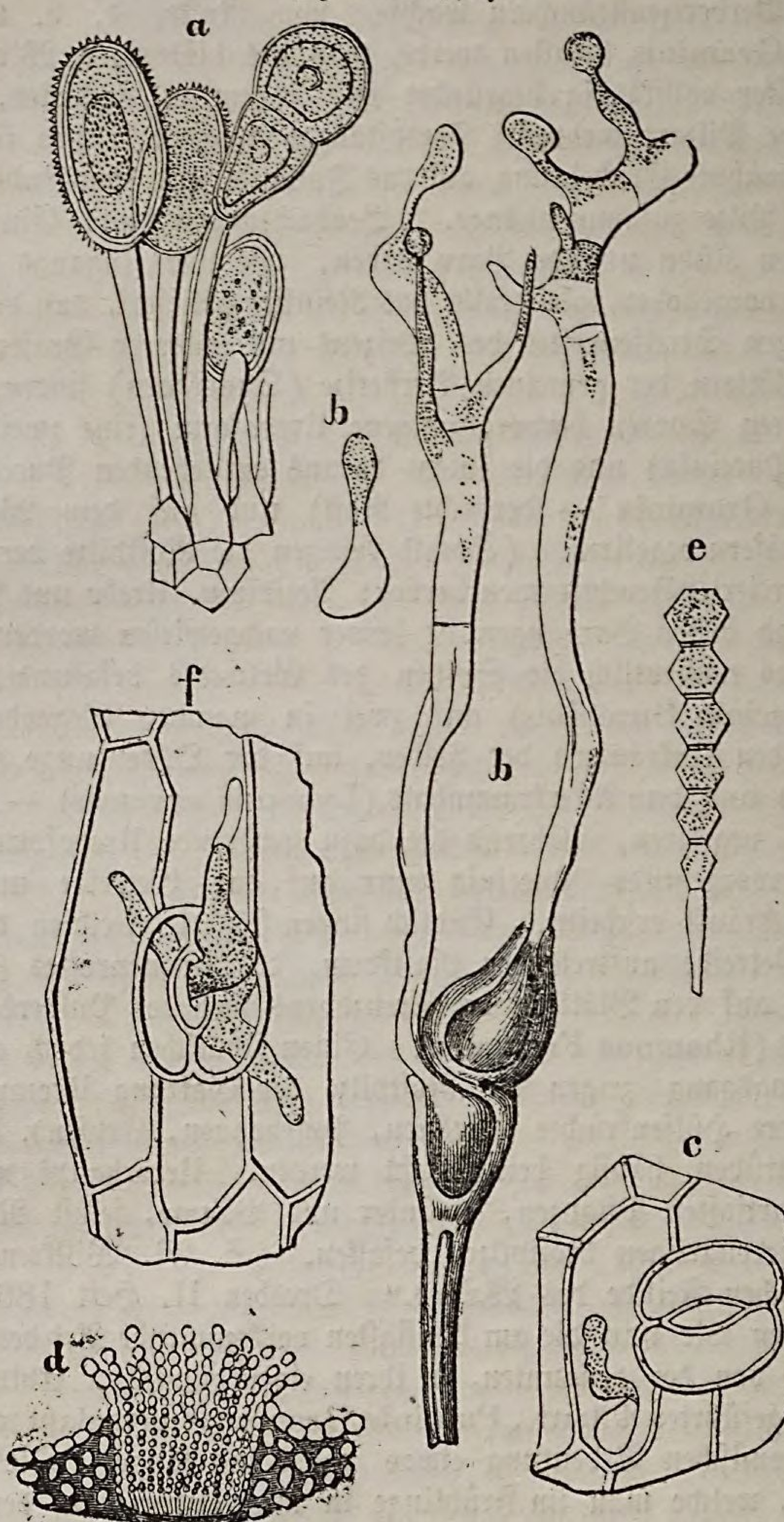
Aus der zweiten Ordnung der Pilze (Hautpilze, früher Staubpilze genannt) heben wir diejenigen hervor, welche den „Brand" und Rost des Getreides verursachen. Die Rost- und Brandpilze leben in den Zellgeweben, nicht in der Oberhaut offenblüthiger Pflanzen. Sie unterscheiden sich in ihrer Entwickelungsweise aber wesentlich von den bisher betrachteten. Der hierher gehörende Grasstielbrand (Puccinia Graminis), dessen massenhafte Erscheinung den Getreiderost bildet, bietet dafür unstreitig eines der lehrreichsten und interessantesten Beispiele in Bezug auf Generationswechsel und damit verbundenen Wohnortswechsel. Was den Generationswechsel betrifft, so stellt derselbe in verschiedenen Lebensperioden ganz verschiedene Formen dar, und in Bezug auf den Wohnortswechsel sei bemerkt, daß dieser Pilz seinen ganzen Entwickelungskreis nicht auf einer Pflanze vollenden kann,

sondern nothwendig zwei Pflanzen dazu gebraucht, die ganz verschiedenen Arten angehören. Tulasne hat zuerst gezeigt, daß die seit mehr als 100 Jahren von den Landwirthen aufgestellte Behauptung, daß Getreide, welches in der Nähe von Aecidien (Fruchtform des Rostes Puccinia) tragenden Berberizensträuchern wachse, vom Roste, d. h. vom Pilze Puccinia Graminis befallen werde, trotz des bisherigen Widerspruches der Botaniker vollständig begründet ist, indem er nachwies, daß ein und dieselbe Pilzart mehrerlei Fortpflanzungsorgane besitzen könne, und daß die erwähnte Erscheinung auf das Innigste mit dem Entwickelungsgange der Pilze zusammenhänge. Beobachtungen und Einimpfungsversuche von Kühn und de Bary haben, wie wir eingangs im Allgemeinen hervorgehoben, gleichfalls das Resultat geliefert, daß die Aecidien des gemeinen Streifenrostes des Weizens und anderer Gräser sich nur auf den Blättern der gemeinen Berberize (Sauerdorn) finden, während die aus deren Sporen hervorgegangene Uredoform (eine zweite Fruchtform der Puccinia) und die zuletzt daraus entstehenden Pucciniasporen (Puccinia Graminis — der echte Rost) nur auf dem Weizen und anderen Gräsern vegetiren. (Somit bringen die Rostpilze der Gattung Puccinia dreierlei Fruchtformen hervor: Aecidium, Uredo und Puccinia). Entsprechend diesen Vorgängen ist ferner nachgewiesen worden, daß die Aecidien des namentlich die Spitzen des Getreides befallenden Fleckenrostes (Puccinia Straminis) auf zwei in manchen Gegenden häufig vorkommenden Unkräutern der Felder, auf der Ochsenzunge (Anchusa officinalis) und dem Ackerkrummhals (Lycopsis arvensis) — häufig an Wegen — vegetiren, während die dazu gehörende Uredoform und die daraus hervorgehende Puccinia nur auf das Getreide und andere Gräser beschränkt erscheint. Endlich finden sich die Aecidien der dritten bei dem Getreide auftretenden Rostform, des Kronenrostes (Puccinia coronata) auf den Blättern des Kreuzdorns und des Pulverholzes oder Faulbaums (Rhamnus Frangula). Einen ähnlichen jedoch einfacheren Entwickelungsgang zeigen die Rostpilze der Gattung Uromyces, von denen unsere Hülsenfrüchte (Bohnen, Puffbohnen, Erbsen), desgleichen die Runkelrüben, häufig heimgesucht werden. Ueberhaupt werden die verschiedenartigsten Pflanzen, Kräuter und Bäume, selbst Nadelhölzer, von verschiedenartigen Rostpilzen befallen. (S. M. Willkomm: „Die mikroskopischen Feinde des Waldes.“ Dresden II. Heft 1867).

Fassen wir nun die am häufigsten vorkommende Art des Getreiderostes, die von der genannten, in ihren eigenthümlichen Entwickelungsstadien vorgeführten Pilzart „Puccinia Graminis“ veranlaßt wird, wegen ihrer ökonomischen Bedeutung etwas näher ins Auge. Die Puccinia Graminis, welche man im Frühlinge in ihrer Urform auf den Blättern des Berberizenstrauches als angeschwollene „gelbliche Pusteln“, zwischen deren Zellen sich feine, zu einem dichten Gewebe verbundene Pilzfäden vorfinden, wahrnimmt, gehört mit ihren sämmtlichen Schwestern der zweiten Ordnung zu den Schmarotzerpilzen. Ihre auf den Berberizen-

blättern zur Reife gebrachten Sporen sind vom Augenblick ihrer Ablösung an keimfähig, entwickeln aber nur dann ein neues Mycelium, wenn die Keimung auf der Oberfläche eines Grasblattes oder Gras-

Fig. 75. Rostpilze.



stengels (bekanntlich gehören auch unsere Getreidearten zu der Familie der Gräser) stattfindet.

Dann treiben sie Schläuche, welche in die Spaltöffnungen der

Nährpflanze eintreten, (s. Fig. 75 *f*), um in deren Zellengängen rasch heranzuwachsen. Nach 6—10 Tagen bilden sich alsdann neue Fruchtlager, welche als „Uredo" bezeichnet werden. Dies sind rothe, flache, rundliche, unter der Oberfläche liegende Polster, welche gegen die Oberfläche hin mit fadenförmigen Fäden bedeckt sind, deren jeder eine große länglich runde Spore abschnürt. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie anfangs als rothgelbe Flecke, die aber später nach Durchbrechung der Oberhaut einen rostfarbigen Staub auf dem Getreide bilden. (Fig. 75 *a*) Nach dem bald erfolgten Zerreißen der Oberhaut werden diese Sporen ausgestreut, keimen sofort und bilden wiederum nach 6—10 Tagen Uredolager.

Da sich dieser Vorgang den ganzen Sommer hindurch wiederholt, so nehmen die Uredosporen in ungeheurer Menge und in geometrischer Progression zu und sind so die Vervielfältigungsorgane, durch welche das früher so räthselhafte Auftreten des Rostes an Orten, zu denen das Vordringen massenhafter Sporen unmöglich erschien, erklärlich wird. Nachdem nun ein solches Mycelium längere Zeit Uredosporen hervorgebracht hat, erzeugt es späterhin, entweder in den Uredolagern selbst, oder in neuen Fruchtlagern, eine neue zweizellige Sporenform, sogenannte Teleutosporen; (s. Fig. 75 *a*, die dritte Spore nach rechts). Diese Sporen gehören der Gattung **Puccinia** an und mit ihrer Bildung ist der Entwickelungsgang des betreffenden Rostpilzes beendet. Zugleich ist mit ihrer Bildung die Vegetationsperiode für das laufende Jahr abgeschlossen.

Die letzten Sporen überwintern nämlich an den Grashalmen und keimen erst im Frühjahr; dann treiben sie aus ihren beiden dickwandigen Zellen Keimschläuche, deren Aeste kleine Sporen, sogenannte „Sporidien" entwickeln. (S. Fig. 75 *b*.) Diese „Sporidien" bilden ihrerseits nur dann einen neuen Pilz, wenn ihre Keimschläuche wiederum in Berberizenblätter eindringen können. Ist das der Fall, so entwickeln sie, nachdem sie die Oberhautzellen gewaltsam durchbohrt haben (Fig. 75 *c*) dort von Neuem die gelblichen Pusteln, welche die Ausgangspunkte unserer Betrachtung waren. Brechen die neu erzeugten Sporen durch die Oberhaut, so erscheinen sie als becherförmige Körper von rothgelber Farbe.

Merkwürdiger Weise ist diese unter dem Namen „Becherrost" längst bekannt gewesene Pilzform für eine eigene Pilzgattung (**Aecidium**) gehalten worden. Die Innenfläche der Aecidien ist mit dicht neben einander stehenden Strichen besetzt, welche Ketten von kugeligen oder eckigen Sporen tragen (Fig. 75 *d* und *e*). Der vollständige Entwickelungsgang ist also an einen Wohnungswechsel gebunden und damit zugleich das Mittel gegeben, wie man demselben etwa entgegentreten könne: Dies ist das Fernhalten der Berberizensträuche von Getreidefeldern und ebenfalls Vernichtung des Strohes, wenn der Rost zu sehr überhand nehmen sollte. Daß dagegen das Einbeizen des Saatkornes

etwa mit einer schwachen Lösung von Kupfervitriol gegen diesen Feind nichts nützen kann, liegt auf der Hand. —

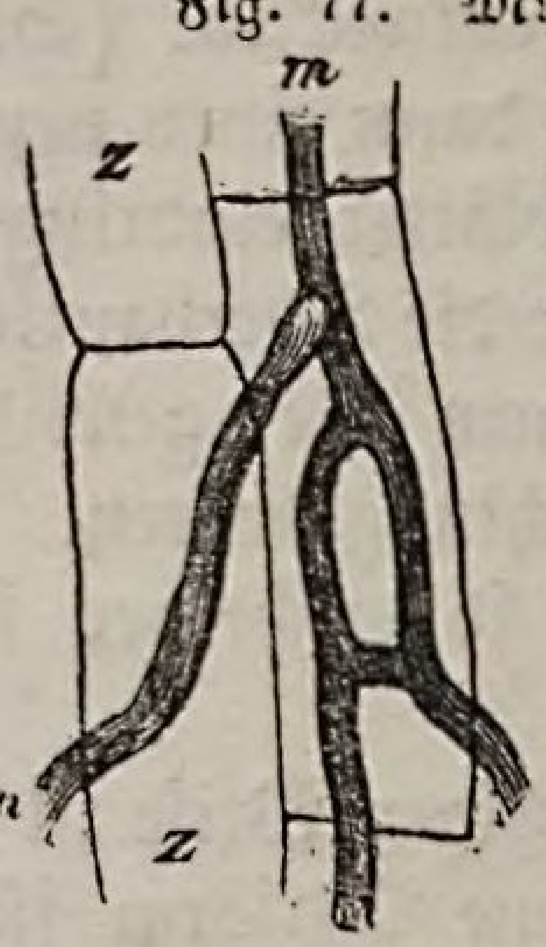
Weit schädlicher als der Rost, der durch sein Ueberziehen der Halme und Blätter der Getreidepflanzen nur durch seinen verderblichen Einfluß auf das Leben der Pflanze selbst einen mittelbaren Einfluß auf die mangelhafte Entwickelung der Getreidekörner (Kümmelweizen) ausübt, ist indessen der „Brand" des Getreides, weil derselbe zumeist die Früchte direkt verdirbt. Beim sogenannten Brand werden bekanntlich die ergriffenen Blüthentheile der Getreidepflanze verändert, meist schwarz, wie brandig, verkümmern mehr oder weniger und enthalten eine dunkle schmierige Masse, die trocken einen schwarzen Staub bildet. Anfänglich quillt derselbe zwischen den Blüthenspelzen hervor, überzieht zuletzt aber die ganze Aehre oder Rispe. Schüttelt man dies Pulver ab, so kann man sich überzeugen, daß die Blüthentheile gänzlich zerstört und bloß noch die Spelzen, zwischen denen die Blüthen saßen, vorhanden sind. Dieser Brand, Flugbrand oder Rußbrand genannt, welcher am meisten bei Hafer und Gerste, selten bei Weizen beobachtet wird, besteht aus den Sporen eines Brandpilzes (**Ustilaga carbo** oder **Uredo segetum**), welche unter dem Mikroskop als Haufen kleiner rundlicher Zellen von dunkelbrauner Farbe erscheinen (Fig. 76 *l*), die auch häufig so geordnet sind, daß sie ein treues Bild von Johannisbeertrauben gewähren.

Unter günstigen Bedingungen, nämlich bei Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme, keimen diese Sporen, indem sie einen Keimschlauch austreiben, der in nachkommende Sporidien zerfällt, die sich weiter entwickeln können (Fig. 76 *s*, *k*). Da solche Sporen bei ihrer Kleinheit

Fig. 76. Sporen des Flugbrandes. *l* Häufchen, 320 mal vergr., *s* keimende Spore, *k* Keimschlauch, 450 mal vergr.



Fig. 77. Mycelium des Flugbrandes im Stengel einer Gerstenpflanze, 400 mal vergr. *z*, *z* Parenchymzellen.



durch Winde, Insekten 2c. sich überallhin verbreiten können, so ist es leicht erklärlich, daß sie ganz gesunden Getreidekörnern anhängen können, um mit diesen wiederum ausgesäet zu werden. Ihre Keimschläuche dringen dann in das Innere des Getreidekeimes ein und bilden dort ein Gewebe, welches in dem sich entwickelnden Getreidestengel weiter wächst (Fig. 77), so in die Anlage des künftigen Fruchtknotens gelangt und in diesem, sowie in den Samenkörnern der Aehre entweder zur Zeit der Reife des Getreides, oder schon vorher neue Sporen bildet —

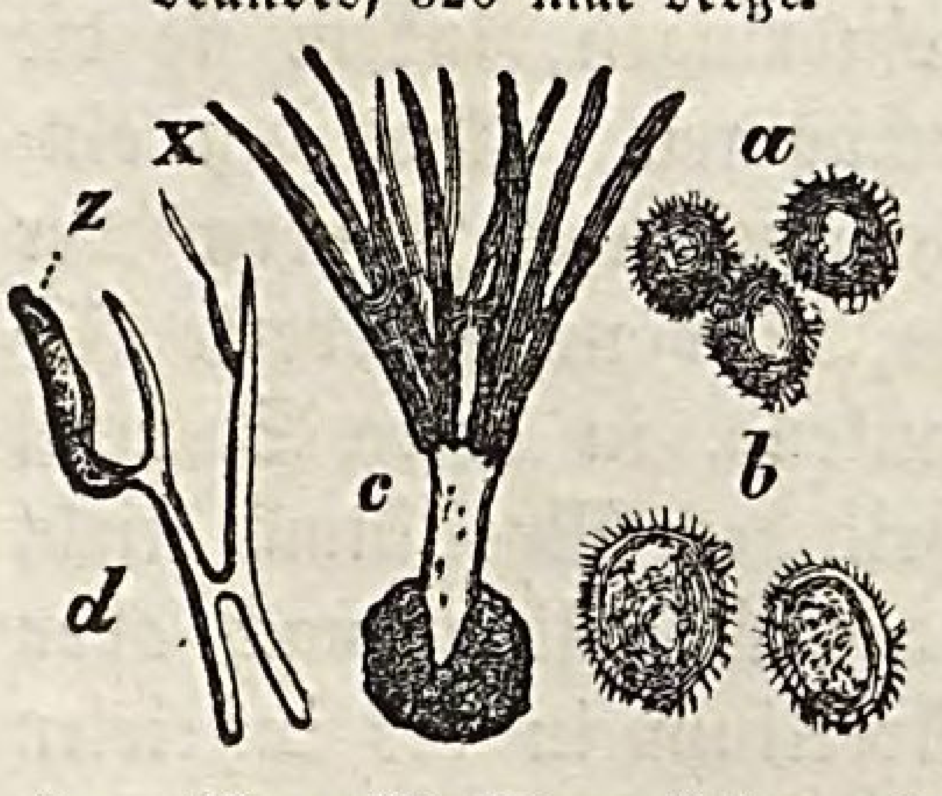
ob durch einfaches Zerfallen der Endäste des Gewebes in Sporenzellen, oder indem diese Endäste die Sporen als Früchte aus sich entwickeln, ist noch nicht sicher ermittelt.

Der Flug- oder Rußbrand bildet auch an den Blättertheilen der Getreidearten einen kienrußähnlichen, abfärbenden, leicht verfliegenden Staub, der, wenn er in großer Menge am Stroh haften bleibt, dem Vieh nachtheilig werden kann.

Aus dieser Verbreitungs- und Entwickelungsweise der Brandpilze ergiebt sich auch, welche Mittel man anwenden muß, um die Entstehung des Brandes im Getreide möglichst zu verhüten. Es handelt sich nämlich darum, die Pilzformen, welche den zur Aussaat bestimmten Getreidekörnern anhängen, möglichst zu zerstören, resp. deren Keimung zu verhüten. Man erreicht dies, indem man das Saatgut mit einer schwachen Lösung von Kupfervitriol behandelt, welche die Keimkraft der den Körnern anhängenden Pilzsporen vernichtet, ohne die der Samen selbst zu beeinträchtigen. Zu diesem Zwecke wird das Saatkorn vor dem Säen einfach 24 Stunden lang in einer verdünnten Lösung dieses Salzes eingeweicht. Auch dürfte es sich empfehlen, das Stroh zu vernichten, welches auffallend mit den Sporen des Flugbrandes behaftet ist.

Eine andere Art des Brandes kommt häufig beim Weizen vor, nämlich der Schmierbrand, auch Faulbrand, Kornfäule oder Faulweizen genannt. Dieser im Fruchtknoten der jungen Weizenblüthe sich entwickelnde Brand, durch welchen das Innere des sich ziemlich normal vergrößernden Weizenkornes endlich gänzlich zerstört werden kann, bildet zuletzt ein nach Häringslake riechendes, schmieriges, schwarzviolettes Pulver, welches das Innere des Kornes anstatt des Mehles erfüllt. Der Pilz zeigt sich schon, ehe die Aehren aus der Blattscheide treten, durch die bläuliche Färbung und macht die späteren leichteren Körner fleckig. Seine ziemlich großen Sporen sind kugelförmig, schwarz getüpfelt und zwischen den zerreibenden Fingern fettig anzufühlen; sie machen die Mühlsteine schmutzig und geben, in großer Zahl vorhanden, dem damit vermischten Mehle nicht nur ein mißfarbiges Ansehen, sondern üben auch eine nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit der Consumenten aus.

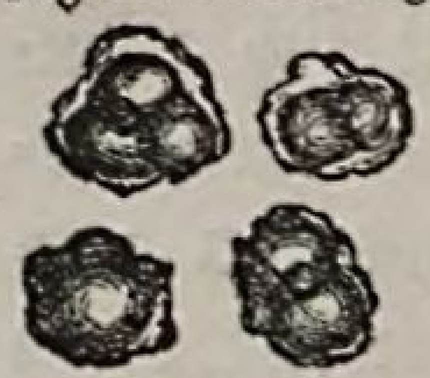
Fig. 78. Sporen des Weizenbrandes, 320 mal vergr.



Die Sporen des den Schmierbrand veranlassenden Pilzes (Tilletia Caries) sind wie Fig. 78 zeigt, ganz anders gestaltet, als die von Ustilago carbo. Einmal sind sie größer und dann mit kurzen Stacheln besetzt. Fig. 78 *a* zeigt die Größe derselben in trocknem und *b* in feuchtem, aufgequollenem Zustande. Sehr eigenthümlich ist die Art ihres Keimens. Der Keimschlauch (*c*) entwickelt an seinem stumpfgerundeten Ende eine Anzahl Sporidien, die ziemlich verlängert und zugespitzt sich paarweise durch ein kurzes Querstück vereinigen, so daß sie ein H förmiges

Doppelsporidium bilden. Letzteres fällt ab und entwickelt sich weiter, indem es (*d*) theils unmittelbar dünne Keimschläuche austreibt (*x*), theils nachfolgende Sporidien (z) abschnürt, welche Keimschläuche entwickeln, aus denen ein neues Mycelium hervorgeht. Eine dritte Art des Getreidebrandes, der Roggenstengelbrand, welcher nicht an den Aehren, sondern an den Stengeln und Blattscheiden von Roggenpflanzen auftritt, wird durch eine Pilzform bewirkt, die man Urocystis occulta genannt hat. Ihre Sporen (Fig. 79) erscheinen unter dem Mikroskop eigenthümlich zusammengesetzt und haben eine gelbbraune Farbe. Sie keimen ähnlich wie die von Tilletia Caries, doch sind die Sporidien weniger zahlreich, ihre Form weniger regelmäßig, auch verbinden sie sich nicht wie jene Hförmig mit einander.

Fig. 79. 400m. vrgr.



Ein anderer Brandpilz (Ustilago destruens) zerstört die Blüthe der Hirse; noch ein anderer (Ustilago Maydis) die Körner der Maiskolben, namentlich in den südeuropäischen Ländern, woselbst dieser Pilz oft große Verheerungen anrichtet. Von letzterem haben übrigens nicht allein die Kolben, sondern auch Stengel und Blattscheiden zu leiden. An allen diesen Theilen der Maispflanze bewirkt sein im Innern wucherndes Mycelium da, wo es Sporen bilden will, große kropfartige Auftreibungen, welche an den Stengeln beinahe Faustgröße erreichen können und inwendig ganz und gar von Millionen schwarzbrauner Sporen erfüllt sind. Alle diese Brandpilze sind nun, wie man früher allgemein anzunehmen pflegte, keineswegs Producte krankhafter Zustände der von ihnen befallenen Pflanzen, sondern sie dringen, wie sorgfältige directe Beobachtungen gelehrt haben, von außen in die gesunde Pflanze ein. Aber nicht die Sporen selbst dringen in die Getreidepflanzen ein, sondern ihre Keimfäden. Da das Keimen (nach der Ueberwinterung der Sporen) gewöhnlich im Frühling bei feuchtwarmer Luft geschieht, so muß die Bildung zahlloser Sporidien, welche wie ihre feinen Keimfäden vom Winde leicht fortgeführt werden können, wesentlich zur Verbreitung der Brandkrankheiten beitragen, da gerade um diese Zeit überall junge und aufgehende Getreidepflanzen in Menge vorhanden sind. Versuche der Professoren H. Hoffmann und J. Kühn haben nämlich ergeben, daß die Keimfäden am Wurzelknoten der jungen Getreidepflanzen in deren Stengel eindringen, indem sie die Wandungen der Oberhautzellen gewaltsam durchbohren. Aus den eingedrungenen Keimschläuchen entwickelt sich hierauf im Innern der Pflanze ein Mycelium, dessen zarte, verzweigte, aber ungegliederte Fäden, zwischen den Zellen der Nährpflanze verlaufend, in deren Stempel emporwachsen. Der unterste und älteste Theil des Myceliums stirbt bald ab und verschwindet hierauf, während das Mycelium nach oben weiter wächst. Aus diesem Grunde ist das Mycelium in der inficirten Pflanze schwer aufzufinden. Wenn nur wenige Keimfäden eindringen, so wird die Getreidepflanze anscheinend nicht beeinträchtigt. Dieselbe

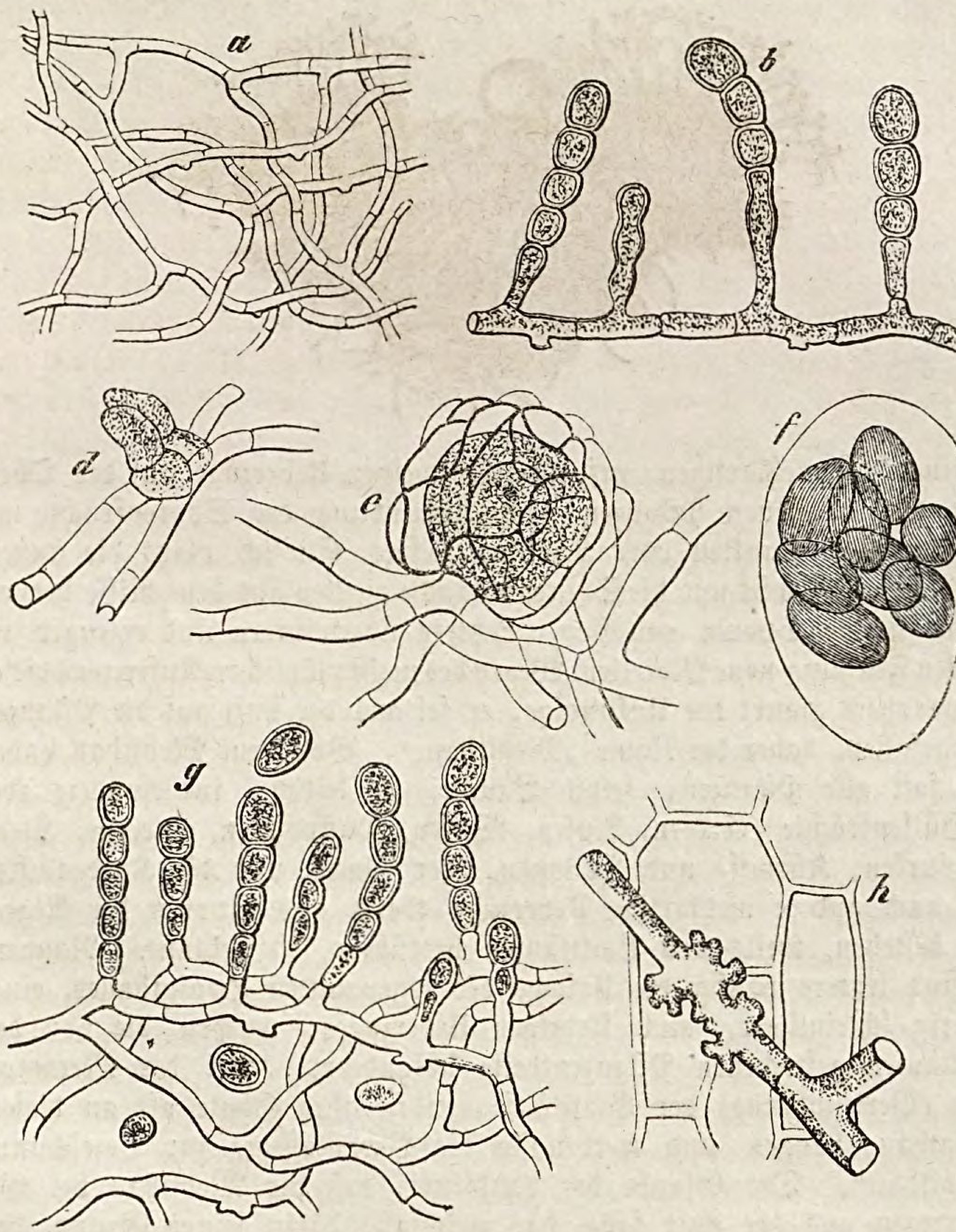
entwickelt sich normal und erscheint vollkommen gesund. Erst um ihre Blüthezeit zeigt sich die verderbliche Wirkung des eingedrungenen Schmarotzers, indem nun der Pilz seine Sporen zu entwickeln beginnt und dabei diejenigen Pflanzentheile zerstört, in denen die Sporenbildung ihren Sitz hat. Schließlich sei erwähnt, daß nicht allein die Getreidearten von Brandpilzen zu leiden haben, sondern auch viele andere Gräser, ja, selbst viele gar nicht zu den Gräsern gehörende Pflanzen, und zwar sowohl Kräuter, als auch Holzgewächse. —

Aus der dritten Ordnung (Basidienpilze), welche sich in ihren Hauptrepräsentanten, den Hut- und Balgpilzen, durch die Entwickelung eines meist ansehnlichen, oft sehr lebhaft gefärbten Fruchtkörpers charakterisirt, erwähnen wir außer einer früher genannten an Baumstämmen wachsenden, holzigkorkigen Art der Löcherschwämme, von denen der Feuerschwamm (Polyporus fomentarius) als Zünd- und Wundschwamm dient, nur den leidigen Hausschwamm (Merulius lacrymans). Derselbe ist wegen seiner Zerstörungswuth, mit welcher er das feuchte Holzwerk in neu erbauten Häusern überfällt, wohl der gefährlichste Pilz und mit Recht ein gefürchteter Gast. Seine Myceliumfäden durchdringen leider oft in schreckenerregender Weise das gesammte Holzwerk ganzer Gebäude, wie ganzer Schiffe und zerstören dasselbe in kurzer Zeit derartig, daß man es zwischen den Fingern zerreiben kann. Von hier aus treten sie in die Schränke, Kommoden u. s. w. über, um ihr Zerstörungswerk auch da fortzusetzen; ja, sie durchdringen sogar das Mauerwerk, lockern und zersprengen mit der Zeit selbst dieses, und gleichwohl findet man die sporentragende Form dieses Pilzes nur in den wenigsten von diesem Pilzungeheuer heimgesuchten Gebäuden. Außer dieser zerstörenden Wirkung hat nach Hufeland's Erfahrungen sein Erscheinen auch Nachtheile für die Gesundheit im Gefolge, da das Einathmen seiner Ausdünstungen sehr schädlich ist. Anfangs erscheint er einem Schimmel ähnlich, später, wo er wohl fußbreite Flächen überwuchert, ist nur der Rand noch flockig und schimmelartig. Aus diesem tröpfelt eine wässerige, klare Substanz, eine Art Lymphe, ab, aus welcher sich außer den Sporen auch neue Pilze entwickeln. Oertlich wird er dadurch getödtet, daß man das befallene Holz mit Vitriolöl, das durch Wasser verdünnt worden, bestreicht. Seine vollständige Vertilgung ist wohl ein Problem. Denn wer sein Wüthen einmal beobachtet hat, der wird die Ueberzeugung gewonnen haben, welche Unmassen von Sporen dieser Pilz zu entwickeln vermag. Aus solchen besteht nämlich das feine, fleischrothe Pulver, welches vielleicht jeden Morgen Dielen, Tische und Stühle bedeckt und trotz unaufhörlichen Abwischens und Ausfegens nicht verschwinden will. Während wir dies schreiben, wird unser Blick auf eine Broschüre gelenkt, welche „Mycothanaton“ (Schwammtod) betitelt, ein sicheres Mittel gegen Hausschwamm unter Garantie des Erfolges verspricht. Dasselbe ist bei dem Erfinder, dem Fabrikanten chemischer Präparate Vilain — Leip-

ziger Str. 107 in Berlin — zu haben. Wir bringen diese Notiz im Interesse aller derjenigen, welche nachhaltig wirksame Abhülfe gegen einen Feind zu haben wünschen, der nach bisherigen Erfahrungen aller Vorsichtsmaßregeln spottet, nachdem wir uns von der Echtheit der von Bautechnikern, Geistlichen, Fabrikanten ꝛc. ausgestellten Zeugnisse über die radicale Wirkung des Mycothanaton, selbst auf einen 12jährigen Zeitraum hin, bei dem Fabrikanten überzeugt haben. —

In der vierten Ordnung (Schlauchpilze), deren wichtigste Familien die Trüffeln, Kern- und Scheibenpilze sind, begegnen wir gleichfalls einigen Parasiten oder Schmarotzern. Unter den Schlauchpilzen entwickeln nämlich nicht alle einen wirklichen Fruchtkörper, sondern es giebt unter ihnen auch Arten, welche kleine, nur einen oder wenige Sporenschläuche einschließende Kapseln bilden, zu diesen gehören unter andern die früher den Faden- oder Schimmelpilzen zugezählten Arten der Gattung Erysiphe, d. h. die eigentlichen Mehlthaupilze, denen wir zunächst unsere Aufmerksamkeit widmen wollen. Der Mehlthau ist ein ausschlagartiger Ueberzug auf Pflanzentheilen, der sich zuerst in Form mehlartiger Häufchen auf der Oberfläche der Pflanzen zeigt und stets das Erkranken, Verkümmern oder Absterben der befallenen Pflanzentheile zur Folge hat. Bei feuchtwarmem Wetter oder auf nassem Boden vermag der Mehlthau sich ungemein rasch zu vermehren und kann binnen Kurzem die totale Vernichtung ganzer Felder herbeiführen. Die Entwickelungsgeschichte dieses verderblichen Pilzes ist sehr interessant. Abweichend von den bis jetzt geschilderten Schmarotzerpilzen haftet das aus gegliederten und verzweigten Fäden bestehende Mycelium des Mehlthauschimmels (s. Fig. 80*a*) an der Oberfläche der befallenen Pflanze, indem es mittelst einzelner, warzenartiger Auswüchse (Fig. 80*h*) an dieselbe befestigt ist. Das Mycelium überwuchert von den Punkten seiner ersten Entwickelung aus die ganze Pflanze oder doch weite Strecken derselben und bewirkt an den überzogenen Theilen die bekannten Verunstaltungen: Krümmungen der Zweige, Kräuselungen, abnorme Verdickung der Blätter ꝛc. Aus dem netzartigen Gewebe des Mycelium wachsen bald zahlreiche, keulenförmige, mit einem krümlichen Schleime erfüllte Schläuche, die sich rasch in Reihen kugliger Zellen verwandeln (80*b*). Letztere, sogenannte Conidien oder Vermehrungszellen, vermögen sofort zu keimen und neue Mycelien zu entwickeln. Durch sie vermehren sich daher die Mehlthaupilze während des Sommers bei feuchtwarmer Witterung unglaublich rasch. Später, gegen das Ende der Vegetationsperiode bilden sich auch Sporenkapseln, Perithecien, welche sich an der Kreuzungsstelle zweier Myceliumfäden aus der befruchteten Eizelle als Anschwellungen bilden (Fig. 80*d*). Nach der Befruchtung wachsen aus dem Tragfaden der unteren, eigentlichen Eizelle 8—9 stumpfe Schläuche hervor, welche, fest an einander geschmiegt, die Eizelle überwachsen, und sich durch Quertheilung in Reihen von Zellen verwandeln (Fig. 80*e*). So entsteht die äußere zellige Wandung der Sporenkapseln. Die

Fig. 80. Mehlthau- und Traubenpilz.

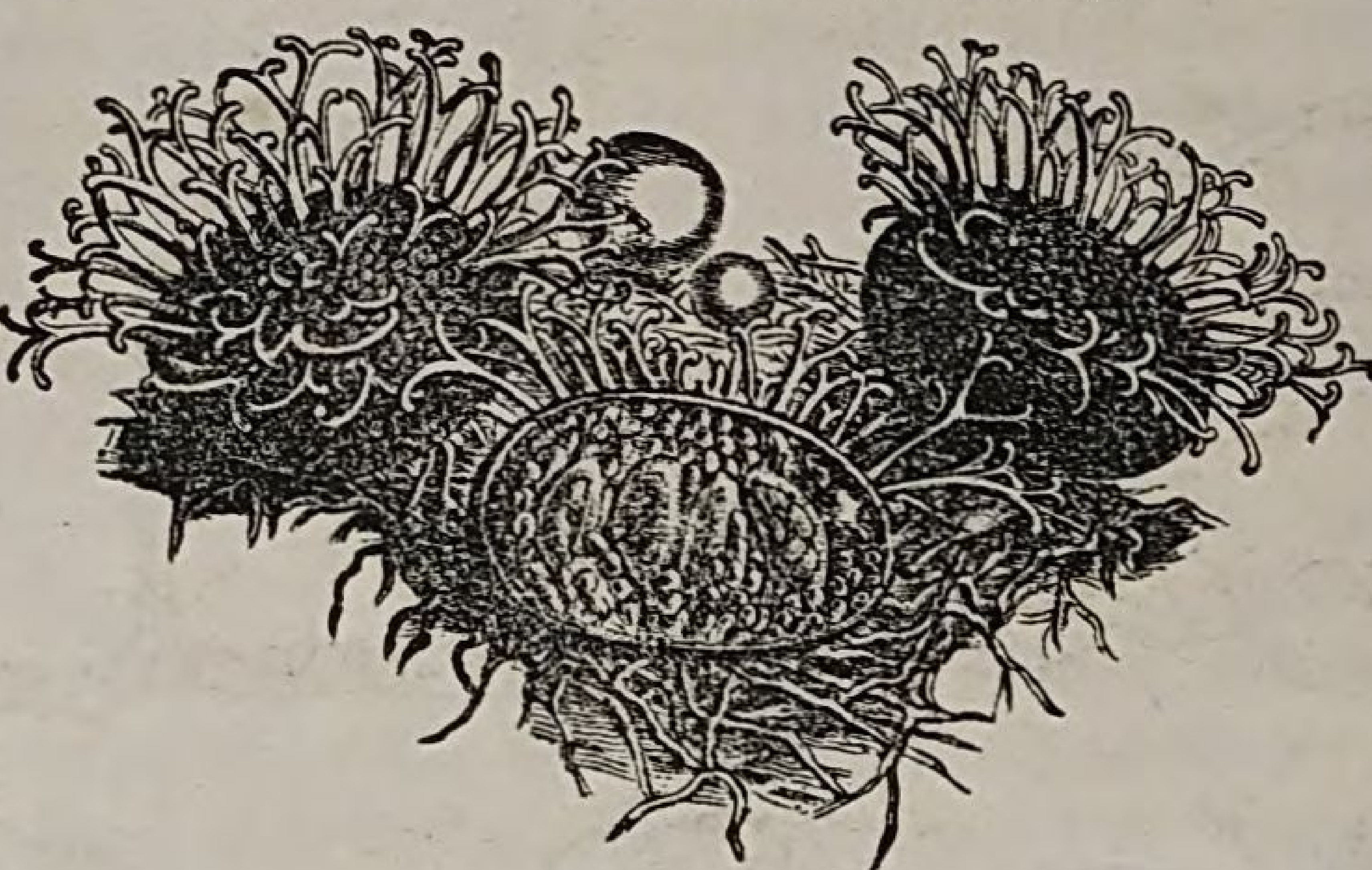


Eizelle wird allmählich größer, bildet im Mittelpunkt eine neue Zelle und ringsum eine Anzahl kleinerer, welche zur inneren Wandung der Sporenkapsel werden. Die Mittelpunktszelle dehnt sich hierauf zu einem einzigen Sporenschlauch aus und erzeugt durch Theilung mehrere Sporenschläuche, welche sich blasig gestalten und in der Regel 8 längliche, einzellige, farblose, in zähen Schleim eingebettete Sporen enthalten (Fig. 80 *f*). Die äußere Wand der Sporenkapseln treibt gewöhnlich haarförmige Auswüchse (Fig. 81*) und färbt sich braun. Deshalb

---

*) Perithecien (vielzellige Sporangien- (Sporenkapseln) behälter) des Mehlthaupilzes Erysiphe. Die Perithecien sind kleine flaschenförmige oder rundliche Behälter, in denen sich die für diese Ordnung charakteristischen Fort-

Fig. 81. Perithecien des Mehlthaupilzes.



erscheinen die mehlartigen, ursprünglich weißen Ueberzüge auf der Oberfläche der befallenen Pflanzen nach Ausbildung der Sporenfrüchte wie mit schwarzen Punkten oder Knötchen besäet. Endlich platzt die äußere Wandung der Kapsel und die Sporenschläuche quellen aus dem Risse hervor, worauf sie die Sporen entlassen. Letztere überwintern und erzeugen im nächsten Frühling neue Mycelien. Wegen des meist plötzlichen Auftretens dieses Schmarotzers glaubt der Unkundige, er sei aus der Luft auf die Pflanzen herabgefallen, daher der Name „Mehlthau." Von dem Mehlthau haben zwar fast alle Pflanzen, selbst Bäume, zu leiden, insbesondere aber die Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen, Wicken, Puffbohnen, Lucerne, Klee), die Gurken, Kürbisse und Melonen, der Flachs und die Kardendistel. Daß auch andere mehlartige Ueberzüge theils aus Sporen der Algenpilze bestehen, theils von Blattläusen herrühren, ist bekannt. Namentlich sind letztere häufig die Ursache des sogenannten Honigthaues, eines wässerig-schleimigen, auch klebrigen Ueberzuges, welchen die von den Blattläusen gestochenen Pflanzentheile absondern. Bei der Metamorphose (Verwandlung) der Blattläuse bleiben ihre Häute oft an diesem Honigthau hängen und werden so die Veranlassung zur Bezeichnung „Mehlthau". Der Glaube der Landleute, daß der Mehlthau bei Gewitterregen aus der Luft falle, hat gleichfalls darin seinen Grund, daß sich die Blattläuse, gleich den Pilzen, bei feuchtwarmer Witterung am stärksten vermehren. Doch hat es auch nicht an Erscheinungen gefehlt, die obige Behauptung buchstäblich bestätigen. Man hat nämlich schon mehrere Male ungeheure Züge auswandern und dann in solcher Menge aus der Luft fallen und Menschen und Pflanzen derart damit

---

pflanzungsorgane die Sporenschläuche, bilden. Der Inhalt des Peritheciums ist anfangs ein zartes, durchsichtiges, luftfreies Gewebe (Füllgewebe), welches später durch Sporenschläuche und Paraphysen (Nebenwüchse) verdrängt wird. Das Perithecium ist entweder von Anfang geöffnet oder geschlossen, und bildet dann später einen mit Haaren ausgekleideten Mündungscanal, durch den die Sporen entlassen werden, oder endlich das Perithecium zerreißt bei der Aussaat. Letzteres ist bei dem stets mündungslosen Perithecium der Erysiphen der Fall.

bedeckt gesehen, daß man an letzteren die Farbe nicht unterscheiden konnte. Schließlich sei noch bemerkt, daß bei manchen Arten der Gattung Erysiphe nach den neuesten Forschungen von Tulasne, de Bary ꝛc. die Zahl der Nährpflanzen, auf denen sie zur Entwickelung kommen, eine ziemlich große ist, und namentlich ist Erysiphe communis (gemeiner Mehlthau), wie schon erwähnt, über vielerlei Phanerogamen (Blüthenpflanzen) verbreitet, was zu dem falschen Schluß geführt hat, daß es mehrere Arten vom Mehlthau gäbe. — Mit dem gemeinen Mehlthau noch verwandt ist der Traubenpilz (Erysiphe Tuckeri, früher Oidium Tuckeri), die Ursache der berüchtigten Traubenkrankheit, die in den fünfziger Jahren und noch in den ersten Jahren des verflossenen Decennium furchtbare Verwüstungen in den Weinbergen und Weingärten des westlichen und südlichen Europa, auch in Süd-Tyrol und Ungarn, besonders aber auf Madeira, wo fast sämmtliche Weinberge durch sie total vernichtet wurden, angerichtet hat und daher in diesen weinbauenden Gegenden zu einer socialen Calamität geworden ist. Der Pilz nun, der für jene Länder zu einer ähnlichen Geißel wurde, wie bei uns die Kartoffelkrankheit, wurde zuerst im Jahre 1845 in den Treibhäusern zu Margath in England durch den dortigen Gärtner Tucker entdeckt, dem zu Ehren der englische Botaniker Berkeley den Pilz benannt hat. Bei der Traubenkrankheit erblickt man in der Regel bald nach der Blüthezeit der Trauben zuerst auf der unteren Seite der Blätter, dann auf allen jugendlichen Theilen des Weinstockes, zarte, weißliche Schimmelanflüge, die allmählich alle Theile fester umspinnen und ohne in die Pflanze selbst tiefer einzudringen, nur hier und da kurze eigenthümliche Auswüchse, sogenannte Haftorgane, treiben (s. Fig. 80*h*). Diese saugen die Oberhaut aus, umspinnen später auch die Beeren mit unzerreißbarem Netze und bewirken so theils deren Verschrumpfen, theils deren Aufplatzen, wobei das Fleisch aus einem oder mehreren sich kreuzweise schneidenden Rissen hervorgepreßt wird. Die Haftorgane färben sich bald braun und rufen auch in den von ihnen bedeckten Zellen der Beere oder der Blätter und Reben eine braune Färbung hervor, weshalb sich im Laufe der Zeit an den Beeren u. s. w. braune Flecken bilden. Ganz wie der gemeine Mehlthau treibt auch der Traubenpilz aus seinem Mycelium zahlreiche, aufrechte Schläuche, welche sich in Reihen von eiförmigen Sprossen verwandeln (s. Fig. 80*g*), durch die sich auch dieser Parasit während des Sommers sehr rasch zu vermehren und weit zu verbreiten vermag. Jedoch ist diese Art der Verbreitung nach de Bary (Morphologie und Physiologie der Pilze, pag. 220) nur östlich vom Rhein und nördlich von der Alpenkette bei der Art Oidium Tuckery-Berkeley anzutreffen. In heißeren Klimaten, namentlich in Italien, dem südwestlichen Europa ꝛc., kommt zu dieser bei uns vorkommenden Fortpflanzungsweise des Pilzes, besonders der Arten Ampelomyces und Cicinobolus, noch eine andere, indem sich dort nämlich neben den Sprossen auch noch Früchte mit

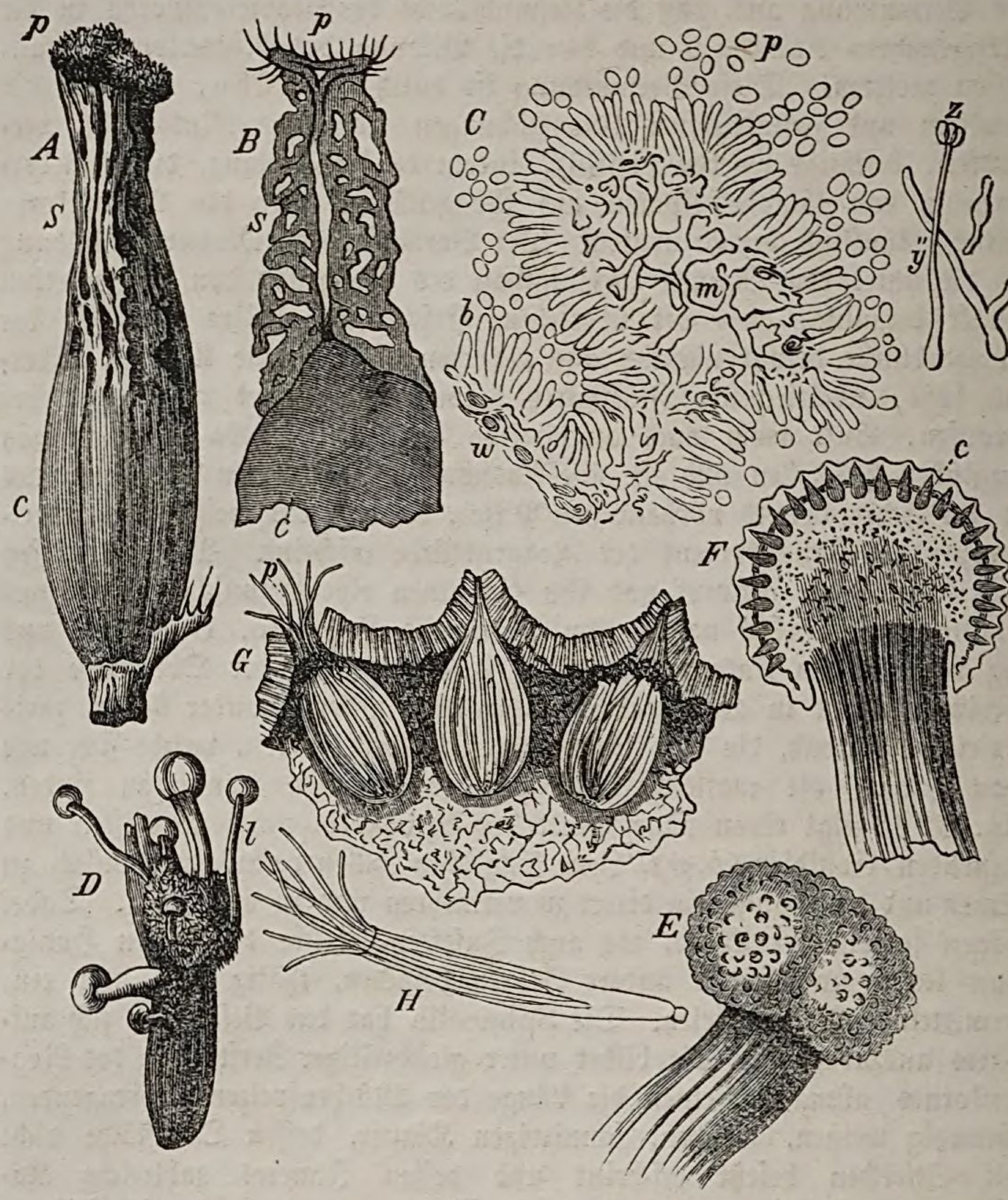
Sporen entwickeln. Daraus folgt, daß der Traubenpilz Eryphise zu denjenigen pflanzenbewohnenden Parasiten gehört, welche mehrere Nährpflanzen bewohnen, auf allen Sporen bilden, aber nur auf einzelnen bestimmten Arten ihre Fructification, d. h. die höchstorganisirten, den Gipfelpunkt der Entwickelung bezeichnenden Fortpflanzungsorgane. Seine Perithecien (Sporenkapseln) sind bis jetzt unbekannt, die sichere Bestimmung der Art daher unmöglich. Ob die Perithecien auf anderen Nährpflanzen als auf dem Weinstock zur Entwickelung kommen, welche diese, und welches ihr Vaterland ist, muß noch untersucht werden. Die Fortdauer des Pilzes von einem Jahre zum andern und somit das Wiedererscheinen der Traubenkrankheit im nächsten Jahre scheint nach Prof. Vogel dadurch vermittelt zu werden, daß das Mycelium des Pilzes an der Rinde des neu gebildeten Holzes überwintert und im nächsten Jahre neue, eiförmige Sprossen (Conidien) treibt, welche die Krankheit auf die bekannte Weise weiter fortpflanzen. Ein anderer Pilz von Oidiumform entwickelt sich nicht selten auf den Blättern von Rosen, namentlich Rosa capreolata, ohne diesen jedoch großen Schaden zuzufügen. In Anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes unterlassen wir nicht, unsern Lesern folgenden, im vorigen Jahre vom „Journal officiel" gebrachten bemerkenswerthen Versuch der Heilung der Traubenkrankheit mitzutheilen: „Ein Gutsbesitzer von Chartres besaß in seinem Garten Weinstöcke, die am 10. Juli noch kein Symptom von Krankheit zeigten. Vierzehn Tage später wurden sie von einer Krankheit befallen, welche man für das Oidium hielt. Eine Art weißlichen Schimmels hatte sich über die ganze Frucht verbreitet, und kleine Insecten umwebten wie Spinnen diesen Schimmel und machten dadurch jedes Wachsthum unmöglich. Eine Anwendung von Schwefelblüthe ergab kein bemerkenswerthes Resultat. Der Gutsbesitzer kam auf die Idee, mehrere Trauben mit Meerwasser mittelst eines Federbartes zu befeuchten. Die Krankheit verschwand in einigen Tagen, die Frucht reifte und zeigte sich von guter Eigenschaft. Die andern Trauben waren vollkommen zu Grunde gegangen." —

Aus dem großen Heer der Kernpilze wollen wir nur den Mutterkornpilz (Claviceps purpurea, d. h. purpurrother Keulenkopf) hervorheben und genau schildern. Lange Zeit hat man das äußerlich schmutzig violett gefärbte, inwendig weiß, röthlich und fleischig erscheinende Mutterkorn, welches den höchst giftigen Stoff „Ergotin" enthält und daher giftige Eigenschaften besitzt (es wird auch zu medicinischen Zwecken benutzt), für eine Entartung der Körner des Roggens und der übrigen Gräser (Weizen, Lolch ꝛc.) gehalten, obgleich schon frühzeitig erkannt worden ist, daß die Mutterkornbildung von Pilzen begleitet sei. Ja, der ältere Decandolle erklärt das Mutterkorn selbst für einen Pilz. Im Jahre 1851 machte nun der schon wiederholt genannte französische Pilzforscher Tulasne zufällig die Entdeckung, daß aus in feuchter Erde gelegenen Mutterkörnern ein Sporenschläuche

enthaltender Kornpilz hervorgewachsen war, in dem er den schon früher von Wallroth als Sphaeria purpurea beschriebenen Pilz wiedererkannte. Tulasne, der die Entwickelung des von ihm „Claviceps" genannten Kornpilzes aus den alten Mutterkörnern und die Bildung des Mutterkornes in der Roggenblüthe Schritt für Schritt verfolgte, sprach die Vermuthung aus, daß die Keimschläuche der Clavicepssporen in die Roggenähren eindringen und hier die Bildung des Mutterkorns veranlassen möchten. Diese Vermuthung ist durch J. Kühn, dem wir die neuesten und gründlichsten Untersuchungen über das Mutterkorn verdanken, bestätigt worden (1863), indem es ihm gelang, durch Uebertragung von Clavicepssporen auf Roggenähren hier die Mutterkornbildung künstlich hervorzurufen. Der Vorläufer der Mutterkornbildung ist die unter dem Namen „Honigthau des Roggens" den Landwirthen längst bekannte, aber oft übersehene Erscheinung. Um die Zeit der Roggenblüthe dringt nämlich aus manchen Aehren eine klebrige, widerlich süße, übelriechende Flüssigkeit hervor und bildet an der Aehre Tropfen, läuft wohl auch am Halme herab. Dieselbe wimmelt von länglichen Pilzzellen und ist eine Ausschwitzung aus dem Mycelium des in der Aehre bereits vorhandenen Pilzes, der als ein weißer Schimmelüberzug des Fruchtknotens der Roggenblüthe erscheint. Man hat diesen Pilz schon lange gekannt und ihn für einen eigenthümlichen Schimmel gehalten. Leveillé nannte ihn Sphacelia Segetum. Er besteht aus eng verflochtenen Fadenzellen, deren Endzweige an der Oberfläche der Schimmelschicht in aufrechter Stellung dicht neben einander stehen, zarte Stielchen bildend, die jene länglichen Zellen abschnüren, welche sich, wie eben gesagt, oft massenhaft in dem sogenannten Honigthau finden. Fig. 82 *C* zeigt einen Querschnitt der Sphacelia nebst abgelösten und keimenden Conidien (*b*, *y*). Jene länglichen Zellen vermögen nämlich zu keimen und die Sphacelia direct zu vermehren und zu verbreiten. Dabei mögen sowohl der Wind, als auch Insekten, welche den süßen Honigthau lecken und später andere Aehren besuchen, thätig sein und eine vermittelnde Rolle spielen. Die Sphacelia hat das Bestreben, sich aufwärts auszubreiten. Sie bildet unter gleichzeitiger Zerstörung des Roggenkornes allmählich einen die Länge der Blüthenspelzen überragenden, schmutzig weißen, weichen, schmierigen Körper, dessen Oberfläche dicht mit Stielchen besetzt erscheint und dessen Inneres zahlreiche Kanälchen und Hohlräume enthält, deren Wandungen ebenfalls mit isolirten Conidien ausgefüllt sind (Fig. 82 *A* und *B*, *s*). Allmählich verändern sich die Myceliumfäden, welche diesen Pilzkörper zusammensetzen, und zwar von der Basis des Körpers aus. Sie scheiden sich nämlich in kurze Glieder und bilden, indem die äußeren eine erst röthliche, dann violette Färbung annehmen, eine von dem weißen Innern scharf abgegrenzte Rindenschicht. Auf diese Weise entsteht aus der Sphacelia allmählich das eigentliche Mutterkorn, das „Sclerotium clavus", auch „Secale cornutum" genannt (Fig. 82 *A*), welches zu dem bekannten

hornförmigen, 6—8 Linien langen, die Spelzen der Blüthe überragenden Körper heranwächst und den letzten Rest der nach oben gedrängten Sphacelia als leicht ablösbare, bräunliche Kappe auf seinem Scheitel trägt.

Fig. 82. Mutterkornpilz.*)



*) *A*. Junges Mutterkorn *c* mit der alten Sphacelia *s*; *p* Gipfel des abgestorbenen Fruchtknotens. *B*. Oberer Theil des Vorigen im Längsschnitt. *C*. Querschnitt durch die Sphacelia: *m* Mycelium; *b* Zweige, Conidien (*p*) abschnürend; *w* Wand des Fruchtknotens; *y* keimende Conidien, sekundäre Conidien (z) bildend. (*A*, *B*, *C* nach Tulasne, *y* nach Kühn.) *D*. Altes Mutterkorn, Fruchtträger (*l*) bildend. *E*. Oberer Theil eines Fruchtträgers (Clavicepspilz). *F*. Derselbe im Längsschnitt; *c* Perithecium. *G*. Perithecien stark vergrößert; bei *p* Mündung. *H*. Sporenschlauch, zerrissen, die Sporen entlassend.

Das Sclerotium ruht darauf unverändert bis zum nächsten Frühjahr, um alsdann denselben Entwickelungsgang als Mutterkornpilz zu beginnen. — Zur Reifezeit des Roggens fallen die Mutterkörner häufig aus den Aehren heraus und gerathen so auf und in den Boden. Sehr viele gehen gewiß immer durch Verwesung zu Grunde, wenn sich Schimmelpilze auf ihnen ansiedeln. Unter günstigen Verhältnissen bricht aber aus solchen im Boden liegenden Mutterkörnern (Sclerotien) nach durchschnittlich 100 Tagen die Claviceps purpurea in Menge hervor (Fig. 82*D*). Jedes der zierlichen Pilzchen, deren Hut gelblich gefärbt ist, während der Stiel eine violettrothe Farbe besitzt, ist ein besonderer Fruchtkörper, indem unter jedem der zuletzt durchbohrten Wärzchen, mit welchem die Oberfläche des Hutes besäet ist, (Fig. 82*E*) sich ein flaschenförmiger Hohlraum mit einer großen Anzahl langer Sporenschläuche befindet (Fig. 82 *F* und *G*), von denen ein jeder acht außerordentlich dünne und zarte fadenförmige Sporen enthält (Fig. 82 *Gp* und *H*.) Dadurch, daß sich die Schläuche zuletzt an ihrer Spitze öffnen, vermögen die Sporen aus ihnen zu entweichen, worauf sie durch die in der Warze befindliche Oeffnung des flaschenförmigen Behälters in's Freie gelangen. Beim Keimen treiben diese Sporen äußerst feine Fäden, welche wahrscheinlich in die blühenden Roggenähren eindringen.

Die namentlich in nassen Jahren häufige Erscheinung des Mutterkornes, die der gewöhnliche Landmann mit dem Ausdruck: „Das Korn ist ausgewachsen!" zu bezeichnen pflegt, ist demnach wiederum nur eine krankhafte Entartung des Fruchtknotens, eine parasitische Pilzentwickelung, welche die Ausbildung des guten Samenkornes unterdrückt.

Von der gefährlichen Wirkung, die der Genuß von Mehlwaaren, in denen sich der Inhalt des Mutterkornes in reichlicher Menge vorfindet, (schon auf den äußeren Anblick kann ein Mehl, das violette Punkte enthält, in dieser Hinsicht Verdacht erregen) nicht selten im Gefolge hat, der in manchen Jahren und Gegenden epidemisch auftretenden Kriebelkrankheit (Morbus cerealis), ist in dem Kapitel über die „Nahrungsmittel", pag. 120, ausführlicher die Rede gewesen. (Ein Querschnitt durch das Mutterkorn läßt unter dem Mikroskope die äußeren farbigen Zellenreihen mit den darin sich bildenden Sporen, eine röthlich gefärbte Parthie, die inneren Zellen, und die ölhaltigen Zellen der Mitte erkennen). —

Unter den Scheibenpilzen endlich, zu denen auch die meist genießbaren und wohlschmeckenden Morcheln gehören, wollen wir nur die ungemein artenreiche Gattung der Becherpilze (Peziza) kurz berühren, weil es unter ihren zahlreichen, meist unscheinbaren Arten auch einige schmarotzende giebt. So wird nach Dr. Willkomm's Beobachtung eine eigenthümliche, seit einer Reihe von Jahren in und außerhalb Deutschland aufgetretene Krankheit des Lärchenbaums, welcher schon viele tausend Stämme dieser nützlichen Holzart erlegen sind, von einem Becher-

pilz (Peziza amorpha) veranlaßt, indem dessen im Innern der Rinde schmarotzendes Mycelium die Rinde zerstört, in Folge dessen der Baum bald allmählich, bald plötzlich abstirbt. Die aus der kranken Rinde hervorbrechenden Fruchtkörper haben Aehnlichkeit mit den Früchten einer Schüsselflechte, indem sie als runde Schüsselchen mit weißlichem Rande und orangerother Innenfläche ausgebildet sind. —

Nachdem wir von der Kehrseite der Pilze ein so abschreckendes Bild entworfen haben, sind wir auch verpflichtet, die Lichtseite derselben, ihren Nutzen, in das rechte Licht zu stellen, d. h. ihre wichtige Bedeutung in dem Haushalte der Natur näher zu beleuchten. So unheilvoll die durch vorstehend geschilderte Schmarotzer herbeigeführten Verheerungen an Feld- und Gartenfrüchten, so lästig, ja gefährlich die durch sie bewirkten Krankheitserscheinungen bei Menschen und Thieren sein mögen: so nutzbringend sind gerade diese Zersetzungserscheinungen in vielen Fällen nach einer anderen Seite hin. Schon mehrfach sind Pilze als werthvolle Verbündete mit uns in den Kampf gegen forstverheerende Raupen eingetreten und haben gewaltig unter diesen aufgeräumt. Derselbe Pilz, welcher die eingangs erwähnte Muskardinekrankheit*) der Seidenraupe namentlich in Frankreich und Italien verursachte, ist von verschiedenen Forschern, besonders von Bail und de Bary, bei der Raupe der Kieferneule, eines in Kieferwäldern oft große Verheerungen anrichtenden Insects, sehr verbreitet beobachtet worden. Bail beobachtete ferner in den Jahren 1867 und 1868 ein massenhaftes Absterben der damals gerade in den westpreußischen und pommerschen Kieferwäldern hausenden Kieferneulenraupe, (Noctua piniperda). Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß alle abgestorbenen oder absterbenden Raupen mit einem längst bekannten Schmarotzerpilz, der Empusa muscae, behaftet waren. Daß dieser zu den Algenpilzen gehörende Schmarotzer auch die Stubenfliegen befalle und tödte, wußte man im Allgemeinen schon längere Zeit.

Sehen wir uns daher den Vorgang nach dem Stande der neuesten Forschung genauer an! Die Erkrankung der Stubenfliegen, seit Göthe bekannt und neuerdings von Cohn, Lebert und Fresenius

*) Säet man nach de Bary die Sporen von Botrytis Bassiana, dem Muskardinepilz auf den geeigneten Wirth, d. h. auf die lebende Seidenraupe, und nach Audouin auch auf einige andere Raupenarten aus, so wird das Thier von der „Muskardine" befallen, d. h., das Mycelium beginnt in der lebenden Raupe seine Entwickelung und treibt, nachdem vor oder nach der Einpuppung, oder selbst nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe der Tod eingetreten ist, seine zahlreichen schneeweißen Fruchthyphen aus dem mumienartig erstarrenden Körper hervor. Auch erhält man das gleiche Resultat, wenn die Sporen durch einen kleinen Hautstich eingeimpft werden. Als jüngstes Entwickelungsstadium des Pilzes findet man einige Zeit vor dem Tode des Thieres zarte cylindrisch-spindelförmige, stumpfe Schläuche in der Blutflüssigkeit schwimmen. Die kleinsten derselben sind etwa $^1/_{450}$ mm lang, an denen alle Uebergänge zu größeren und zu verzweigten Myceliumfäden leicht zu beobachten sind.

ausführlich beschrieben, wird, wie eben gesagt, durch das Auftreten von Pilzbildungen bewirkt, welche von Cohn den Gattungsnamen „Empusa“ erhalten. Die Entwickelung dieser Pilze, wie sie bei der Empusa der Stubenfliegen verfolgt ist, beginnt mit dem Auftreten zahlreicher kleiner farbloser Zellchen in dem Blute des Thieres. Die Zellchen wachsen rasch zu einer bedeutenden Größe heran und behalten dabei die ursprüngliche Kugel- oder Eiform oder nehmen die Gestalt gestreckter Schläuche an. Mit dieser Entwickelung schreitet die Erkrankung der Thiere gleichmäßig fort, der Hinterleib schwillt beträchtlich an, die Bewegung wird träge und zuletzt stirbt die Fliege unter eigenthümlichen Streckungen und Verkrümmungen der Gliedmaßen. Schon vor dem Tode haben sich die Zellen im Innern gestreckt und blind endigende Schläuche getrieben, die sich wurzelähnlich verlängern und verästeln und Blut und Eingeweide allmählich verdrängen und aufzehren. Acht bis zehn Stunden nach dem Tode wird die die Körperabschnitte verbindende Haut von den Enden der Empusa-Schläuche durchbohrt; diese strecken sich und schnüren auf ihrer Spitze eine große rundliche, oben etwas zugespitzte, oft von einer weiten sackartigen Außenhaut umgebene Spore ab, welche bis auf 3 Centimeter Entfernung weggeschleudert wird; die todte Fliege ist daher bald von einem weißstaubigen Hofe umgeben. Die Entwickelung des Pilzes in dem Insect ist hiermit abgeschlossen. Die frischen Sporen, welche die genannten Autoren nicht zur Keimung bringen konnten, treiben auf Wasser lange dicke Keimschläuche. Gesunde Thiere durch die Sporen zu inficiren, ist stets total mißlungen; die Entstehung der ersten zarten Zellchen im Blute ist zweifelhaft. Cohn läßt sie durch freie Zellenbildung, durch eine Art Generatio spontanea (freiwillige Erzeugung) entstehen; Lebert möchte, und wohl mit Recht, lieber von einer Generatio incognita (unbekannte Erzeugung) reden, und Bail hat folgende Ansicht über den Ursprung der Empusa ausgesprochen: „In Bierwürze entwickelt sich bekanntlich aus Mucor mucedo Bierhefe; wenn nun von den Fliegen Hefe gefressen wird, so bilden sich die Hefezellen im Innern des Thieres zu den Anfängen von „Empusa“ aus. Nach einer Notiz von Cienkowski und nach Bail's bestimmter Versicherung vermögen auch die Zellen zu Zoosporangien (Behälter mit Schwärmsporen) tragenden Schläuchen von, wie es scheint, verschiedenen größeren „Saprolegnien“ (Wasserpilze, welche der künstlichen Fischzucht schaden) auszuwachsen, wenn sie in noch jugendlichem Entwickelungszustand, jedenfalls bevor sie nach außen hervorhervorgetreten sind, ins Wasser gebracht werden.

Im Jahre 1870 beobachtete Professor Cohn in Breslau ferner, daß die Erdraupen (Raupen der Ackersaateule, Agrotis segetum), welche auf den Rapsfeldern und den jungen Wintersaatfeldern Schlesiens außerordentliche Verheerungen anrichteten, in großer Menge krank wurden und starben. Das Mikroskop wies in dem Körper solcher Raupen eine außerordentliche Menge einer schwarzen, zunderartigen Masse

nach, welche Cohn für einen Schmarotzerpilz erkannte. Da die von ihm befallenen Raupen sich schwarz färben, so hat Cohn diese neue Raupenkrankheit die „schwarze Muskardine" genannt.

Somit liegt es auf der Hand, daß, während die seit einem Jahrzehnt fast verschwundene „Muskardine" und die neuerdings aufgetauchte verderbliche „Gattine" der Seidenraupen den Menschen sehr bedeutenden Nachtheil zuzufügen vermögen, die anderen eben erwähnten Pilzkrankheiten, von welchen die genannten schädlichen Raupen verfolgt und massenhaft vernichtet werden, in volkswirthschaftlicher Hinsicht überwiegend großen Nutzen bringen. Geradezu unschätzbar für verschiedene technische Zweige werden aber die Pilze als Gährungs- oder Fäulnißerreger. Denn selbst höchst zersetzbare organische Körper, wie Eiweiß, Blut und Milch zeigen in reiner Luft und bei einer der Zersetzung günstigen Temperatur nur eine äußerst langsame Oxydation oder Säuerung, wenn man sie vor dem Zutritt organischer, speziell pilzlicher Keime (denen sich in dieser Hinsicht die sogenannten Spaltpilze, Bacterien, Vibrionen u. s. w. — siehe Milch! — anschließen), bewahrt. Säet man dagegen diese Organismen in den zersetzbaren Körper, oder gestattet man ihnen einfach den Zutritt, indem man letzteren der freien Luft aussetzt, so erfolgt mit der Entwickelung der Pilze sofort rasche und lebhafte Zersetzung. Daß diese letztere eine Wirkung der Vegetation des Pilzes ist, folgt schon daraus, daß der Pilz aus seinem untergebreiteten Stoffe ganz bestimmte Stoffe als Nahrung aufnimmt, jenen also zerlegt und somit jedenfalls den Anstoß zu einer Umsetzung giebt. Der Zersetzungsprozeß selbst ist bei dem nämlichen Stoffe ein verschiedener, je nach dem darauf oder darin vegetirenden Organismus. Viele, vielleicht alle Arten erzeugen eine ganz specifische Umsetzung. Es läßt sich nicht absehen, wie groß der Werth dieser Umsetzungen für den menschlichen Haushalt ist, sei es dadurch, daß faulende Substanzen rasch zersetzt und zur Bereicherung des Humus aus dem Wege geschafft werden, sei es, daß der Mensch jene Zersetzungsvorgänge beherrscht, regelt und sich direkt nutzbar macht, wie das z. B. bei denjenigen Gährungserscheinungen der Fall ist, welche bei der Essig-, Bier- und Weinbereitung auftreten.

Dem Mikroskope verdanken wir die Belehrung, daß jene Hefenarten, die unsere Weine und Biere erst zur Gährung bringen, freilich später auch wieder verderben, nichts als unscheinbare Pilze sind. Da die Frage über die Natur der Hefe vielfach ventilirt worden ist, und die Wissenschaft selbst nur das sichtbare Resultat des merkwürdigen Vorganges kannte, keineswegs aber den Grund dieser Wirkung zu erklären vermochte, so wollen wir in Anbetracht der Wichtigkeit dieser Frage — denn was wären Brauer und Bäcker ohne Hefe! — uns ein Bild von dem Wesen und der Wirkung der Hefe zu verschaffen suchen. Die neuesten Untersuchungen haben es unzweifelhaft festgestellt, daß die Hefe eine

Pflanze ist, die, was nicht minder sicher bewiesen, wie alle anderen Pflanzen sich aus besonderen Samen und Keimen entwickelt.

Außer andern Pilzen liefern beispielsweise die Sporen einer überall vorkommenden, höchst zierlichen Schimmelform (Mucor mucedo — Knopfschimmel —), welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem fruchtbeladenen Apfelbaum deshalb von Einigen Melidium — nach dem griechischen Mele, d. h. Apfelbaum — genannt worden ist, die technisch so wichtige Hefe, sobald sie nämlich unter Bedeckung von gährungsfähiger Flüssigkeit (z. B. Bierwürze ꝛc.) keimen; wohingegen die Weinhefe hauptsächlich das Keimungsprodukt von Botrytis acinorum ist. Es ist unbestrittene Thatsache, daß die Keime für die Hefenpflanze fortwährend in der Luft vorhanden sind und mit derselben zu den zur Gährung geeigneten Flüssigkeiten eindringen, in denen sie sich weiter entwickeln und wachsen. Beweis dafür ist, daß wenn man diesen Keimen auf passende Weise den Zutritt verschließt, in den bezüglichen Flüssigkeiten keine Gährung und Hefeentwickelung auftritt.

Folgendes Experiment mag die natürliche Entstehung der Hefe veranschaulichen.

Wenn man einen in Fäulniß übergehenden, eiweißhaltigen Stoff, beispielsweise Leim oder Käse, in Zuckerwasser bringt und einige Zeit darin stehen läßt, so fängt die Mischung an sich zu trüben, und es bilden sich in ihr kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare hohle Kügelchen, die die Gestalt von Eiern haben. Bringt man die Mischung in ein kaltes Zimmer mit einer Temperatur von 6—8 Grad, so geht diese Trübung und Bildung von Kügelchen sehr langsam vor sich. Nach und nach sinken die entstandenen Kügelchen auf den Boden des Gefäßes, woselbst sie Hefe und zwar „Unterhefe" bilden. Hält man dagegen die Mischung in einem warmen Zimmer, wo die Luft etwa gegen 20 Grad Wärme hat, dann steigen die Kügelchen nach oben und bilden die sogenannte „Oberhefe". Nimmt man mit einer Nadelspitze ein wenig von dieser Hefe und bringt dieselbe in einen Tropfen Wasser, in welchem Gerste gekeimt hat, so kann man in diesem Tropfen unter dem Mikroskope die Entwickelung der Hefe, das Wachsen derselben, deutlich wahrnehmen.

Betrachten wir dieses einzige Hefekügelchen als Mutterzelle, so gebiert diese junge Zellen und zwar durch Knospung, d. h. es zeigt sich außen an der Wand der Zelle an irgend einer Stelle ein Pünktchen, das immer größer wird und sich sodann zu einer neuen Zelle gestaltet. Diese Tochterzelle gebiert nun in gleicher Weise eine Enkelzelle; und meist um die Zeit, wo der Enkel geboren wird, bringt die Mutterzelle noch eine zweite Tochterzelle hervor, aus welcher wieder Enkel hervorgehen. Bald fangen auch die Enkel an, sich zu vermehren und es entsteht vor dem Auge des fleißigen Beobachters eine Reihe von Geschlechtern, die alle noch mit der Mutterzelle zusammenhängen und eine Art

Gewächs bilden, das sich immer weiter vermehrt und welches Fig. 83 in seiner Totalität bei etwa 450facher Vergrößerung vorführt.

Fig. 83. Bierhefe; 450 m. vergr.

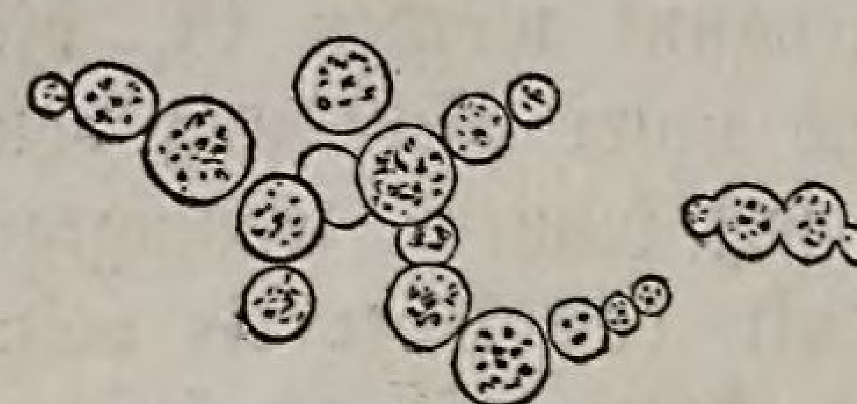
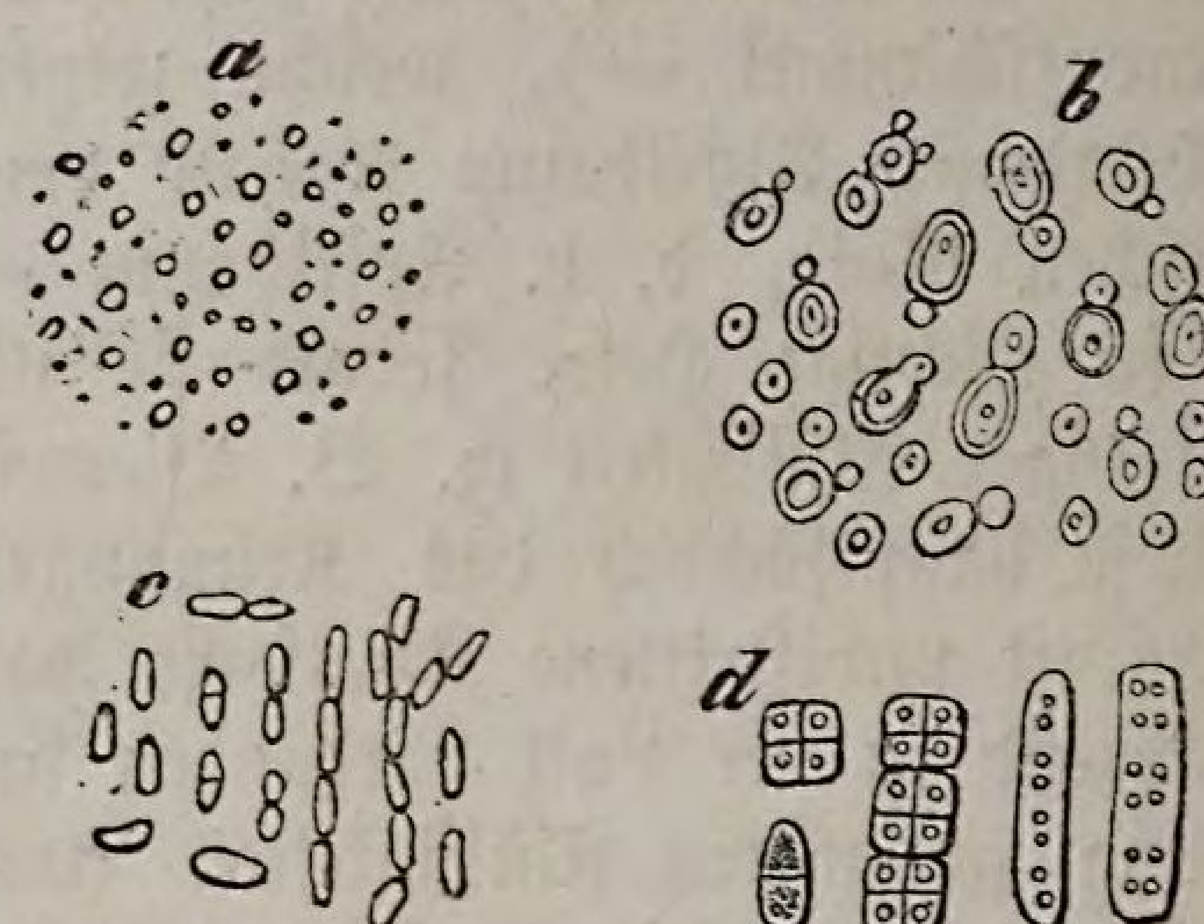


Fig. 84. Verschiedene Hefeformen.



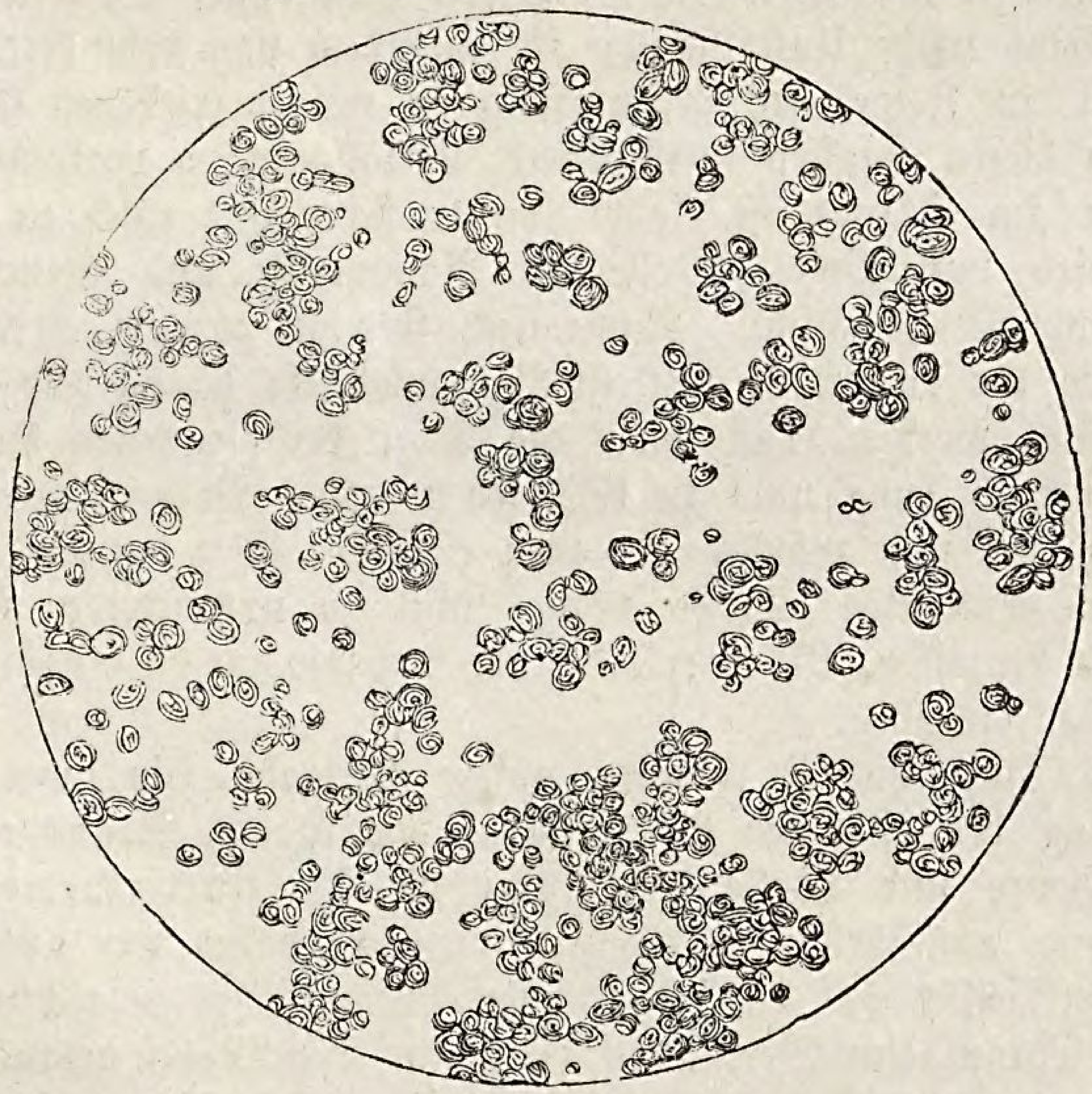
Die Bierhefe besteht somit nach vollendeter Gährung aus rundlichen, mit einzelnen länglich ovalen untermischten Zellen von etwa $^1/_{95}$ mm. Durchmesser, dunkelm Umriß und gleichartigem, einzelne kleine Körnchen enthaltendem und oft eine größere oder zwei bis drei kleine Höhlungen umschließenden Zelleninhalt. Nach den Untersuchungen des Professor Hallier in Jena bildet sich die Hefe folgendermaßen.

Die betreffenden Pilzsporen entlassen in der gährungsfähigen Flüssigkeit eine Menge sehr kleiner Körnchen (Fig. 84 *a*), welche meist mit eigenthümlicher Bewegung begabt sind; das ist die sogenannte „Kernhefe". Ist die Flüssigkeit zuckerhaitig (z. B. Bierwürze), so blähen sich diese Körnchen auf, wobei sie ihre Bewegung verlieren und verwandeln sich, wie schon oben gesagt, in Bläschen, welche sich durch Sprossung vermehren (Fig. 84 *b*). Dann ist die Sproßhefe (eigentliche Hefe, z. B. Bierhefe) entstanden, welche stark geistige Gährung erzeugt. War dagegen die Flüssigkeit sauer oder zur Säurebildung geneigt, so verwandelt sich die Kernhefe durch Streckung der Körnchen in „Gliederhefe" (Fig. 84 *c*), die alsdann saure Gährung bewirkt. Jede dieser Hefeformen soll in die andere übergehen können, wenn der durch sie hervorgerufene chemische Proceß sich ändert. So soll bei der Bierhefe aus der Kernhefe der hereingerathenen Pilzsporen zuerst Sproßhefe entstehen. Läßt man nach dem Proceß der geistigen Gährung das Bier an der Luft stehen, so soll sich die Sproßhefe in Gliederhefe umbilden und dadurch das Sauerwerden des Bieres veranlassen. Bei noch längerem Stehenlassen des Bieres an der Luft sollen sodann die Gliederhefezellen kugelrund und durchsichtig werden und Kerne entlassen, welche neue Kernhefe bilden, worauf das saure Bier in Fäulniß übergeht. Wenn nämlich die Kernhefe sich nicht in eine der beiden anderen Hefeformen umzugestalten vermag, so soll sie stets Fäulniß bewirken. In der That wimmeln alle faulenden Substanzen von solchen beweglichen „Kernhefekörnchen". Bedeutend scheint die sogenannte Kolonienhefe zu wirken, die sich aus den Sporen der „Brandpilze" entwickelt (Fig. 84 *d*).

Fig. 85 stellt uns gute Bierhefe, also Gährungspilze aus gährendem Biere, in 220facher Linearvergrößerung dar. Aber nicht alle Gährungspilze verdienen die Achtung und Dankbarkeit der Menschen.

Nach wissenschaftlichen Untersuchungen erhält nämlich die Vermuthung immer mehr Wahrscheinlichkeit, daß eine große Menge von Krankheiten durch Vermittelung von Pilz- und Algensporen zu Stande kommen, welche vom Magen und Darm oder von den Lungen aus die Infection des Körpers veranlassen, denn alle Hefezellen bewirken chemische Zersetzungen in den Flüssigkeiten, in welchen sie entweder aus den hineingerathenen Pilzsporen entstanden sind oder in welche sie zufällig in Folge des Genusses verdorbener Getränke direkt gelangt sind. Cholera, Ruhr, Typhus, Pocken, auch Scharlach, Masern, Wechselfieber u. s. w. sind Krankheiten, die nach dem Urtheile medicinischer Autoritäten höchst wahrscheinlich pflanzlichen Parasiten ihre Entstehung

Fig. 85. Gute Bierhefe; 220 m. vergr.



verdanken. Unbestrittene Thatsache ist es indeß, daß die fast überall zahlreich vorhandenen Pilz- und Algensporen den Heilungsproceß von Wunden nachtheilig beeinträchtigen.

Die Untersuchungen in Betreff der ersten Behauptung werden dadurch so schwierig, weil diese mikroskopischen Gebilde so wenig ausgeprägte charakteristische Formen darbieten, doch wird es dem unermüdlichen Eifer und dem Scharfsinn hervorragender Forscher, die sich fast ausschließlich diesen Untersuchungen gewidmet haben, hoffentlich bald gelingen, volles Licht in diesen wissenschaftlichen Nebel zu bringen.

V.

Ueber das Material zu Bekleidungsstoffen.

Man hat das Mikroskop bisher hauptsächlich nur für naturhistorische Zwecke, namentlich zur Betrachtung der Infusionsthierchen und zur Erkenntniß der Pflanzen- und Insectenwelt benutzt. Mit Freuden muß es daher begrüßt werden, daß man in neuerer Zeit auf den Gedanken gekommen ist, das Mikroskop auch für technische Zwecke zu verwenden. Dadurch ist in der That ein ganz neues und überaus fruchtbares Feld für die Vervollkommnung der Gewerbe eröffnet.

Von ungemeinem Interesse sind speciell die mikroskopischen Untersuchungen der in der Weberei am gewöhnlichsten zur Anwendung kommenden Stoffe, also besonders der Seide, Leinewand, Wolle und Baumwolle. Eine solche Untersuchung ist außerdem von besonderer Wichtigkeit, weil in Folge der gegenwärtig so weit getriebenen Concurrenz gerade in diesen Stoffen fortwährend Verfälschungen vorkommen, ohne daß man im Stande ist, solche immer sicher und rasch zu entdecken: Seide wird mit Wolle, Wolle mit Baumwolle und Leinen, Leinen mit Baumwolle verfälscht. Namentlich sind in neuerer Zeit die Verfälschungen der Leinewand mittelst Baumwolle so häufig und so geschickt bewerkstelligt worden, daß auch das Auge der geübtesten Kenner eine sichere Unterscheidung nicht zu bewirken vermag. Vermittelst des Mikroskopes hat sich nun plötzlich ein ganz einfacher Weg ergeben, auf dem alle oben genannten Stoffe völlig sicher zu unterscheiden sind. Um solchen zu begreifen, ist es erforderlich, daß wir auf die einzelnen Stoffe selbst näher eingehen.

Es kann hierbei weniger unsere Aufgabe sein, uns über die Gewinnung der einzelnen Materialien, wie Flachs, Baumwolle, Hanf, Seide, Haare und Wolle, noch über die Art ihrer Zubereitung und Behandlung ausführlich zu ergehen, vielmehr haben wir unser Augenmerk hauptsächlich auf die industriellen Productstoffe zu richten, wie sie aus den Manufactur-Werkstätten fertig auf den Markt gebracht werden. Aus der gegebenen Aufzählung der Stoffe ergiebt sich, daß sämmtliche Bekleidungsstücke in ihrem ersten rohen Zustande entweder aus dem Schooße der Natur hervorgehen oder von verschiedenen Thieren gewonnen worden, mit anderen Worten also pflanzlichen oder thierischen Ursprungs sind.

Werfen wir zuerst einen Blick auf einen der nothwendigsten Artikel: „die Leinenwaaren". Die Leinenwaaren sind das Product der durch menschlichen Fleiß mittelst Rösten, Dörren, Braken oder Brechen und Hecheln 2c. von anderen deckenden Geweben, (Schewe, Hede) befreiten und auf zweckdienstliche Weise hergerichteten Bastzellen des

Flachses oder Leines, einer Pflanze, deren eigentliches Vaterlaud man jetzt nicht mehr zu nennen weiß, die aber schon seit Mosis Zeiten als wichtige Culturpflanze zu Leinewandgeweben bekannt war, mithin als die älteste Gewebepflanze angesehen werden muß. Von Aegypten, woselbst die Flachscultur seit mindestens 4000 Jahren gepflegt wird, (in dem fruchtbaren Nilthal wächst der Flachs so üppig, daß er die Stärke von Rohr erreicht) brachte man den Flachs zu Herodots Zeit (484—404 v. Chr.) nach Griechenland. Auch bei den Römern, die sich vorzüglich in Wolle kleideten, war die Leinewand bereits zur Zeit des Kaisers Augustus sehr geschätzt. Frauen und Priester schmückten sich damit, und man verfertigte Servietten und Handtücher daraus, welche die Gäste mitzubringen pflegten. Im 1. Jahrhundert nach Christi Geburt war der Flachs und das Leinen bereits im Norden der Alpen bekannt. Plinius, der römische Geschichtsschreiber, erzählt, daß die Leinewand bei Galliern und Germanen in Gebrauch sei, und daß sie auch jenseit des Rheines von den Barbaren in Ehren gehalten werde. „Ihre Weiber kennen keine schöneren Kleider als die leinenen!"

Auch Karl der Große (800 n. Chr.) wußte dem mächtigen Khalifen Harun-al-Raschid, der ihm eine Wasseruhr schenkte, kein werthvolleres Gegengeschenk zu machen, als feine Leinewand, die in seiner eigenen Familie gewebt worden war. Seither bewahrt unser deutsches Vaterland den Ruhm, im Bau des Flachses und in der Bereitung der Leinewand es allen Ländern zuvorgethan zu haben. Deutsche Leinewand aus Westfalen, Schlesien, Sachsen 2c. behauptet noch immer ihren alten guten Ruhm und geht in die entferntesten Weltgegenden.

Heutzutage ist die Cultur des Flachses über ganz Europa verbreitet, doch mehr im nördlichen als im südlichen. Der beste Flachs wird bekanntlich aus livländischem oder Rigaersamen gewonnen. Diesem an Güte folgt der aus Seeland stammende. Zunächst wird aus dem Flachse Leinengarn gesponnen, aus welchem dann Leinewand und verschiedene andere Stoffe gewebt werden. Von der Feinheit des Flachses hängt aber so sehr, als von der Geschicklichkeit und Uebung der Spinnerinnen, die Feinheit der gewonnenen Garne ab. Im Ravensbergischen, (Bielefeld) das Friedrich der Große schon sein gutes Spinnerländchen zu nennen pflegte, werden in Deutschland aus dem Flachse die feinsten Garne gesponnen, von da in's Bergische, nach Barmen, Elberfeld u. s. w. übergeführt, wo sie gebleicht und zubereitet werden, und nun entweder als Zwirne in den Handel kommen oder gleich dort auf den Webestuhl gebracht werden. (Das Bleichen beruht darauf, daß sich unter Einwirkung des Lichtes der Sauerstoff, mit dem im Wasser unlöslichen Farbestoff des Garns verbindet, wodurch dieser löslich und entfernt wird). Die Leinewand, welche aus den gesponnenen Flachsfäden gewebt ist, unterscheidet sich je nach der Feinheit des Fadens in feine und in grobe.

Die feinste Leinewand heißt Battist oder Battistleinewand,

da es auch ein feines Gewebe aus Baumwolle giebt, das man Battist-moussellin (nach der Stadt Mossul in Vorderasien) nennt. Durchkreuzen sich die Fäden nicht im rechten Winkel, sondern laufen sie schräg, so nennt man die Leinewand geköpert und je nach der Stärke des Köpers Zwillig oder Drillig; werden aber künstliche Muster hineingewebt, so heißt sie Damast. Dasselbe gilt auch für die Baumwollengewebe. Es giebt überhaupt viele Gewebsformen, je nachdem die Fäden miteinander gemischt worden. Immer aber sind zwei Fadensysteme im Gewebe vorherrschend, nämlich: die der Länge nach parallel laufenden Fäden, welche man die Kette nennt, und die der Breite nach laufenden, welche die ersteren rechtwinklig durchkreuzen und Einschlag heißen.

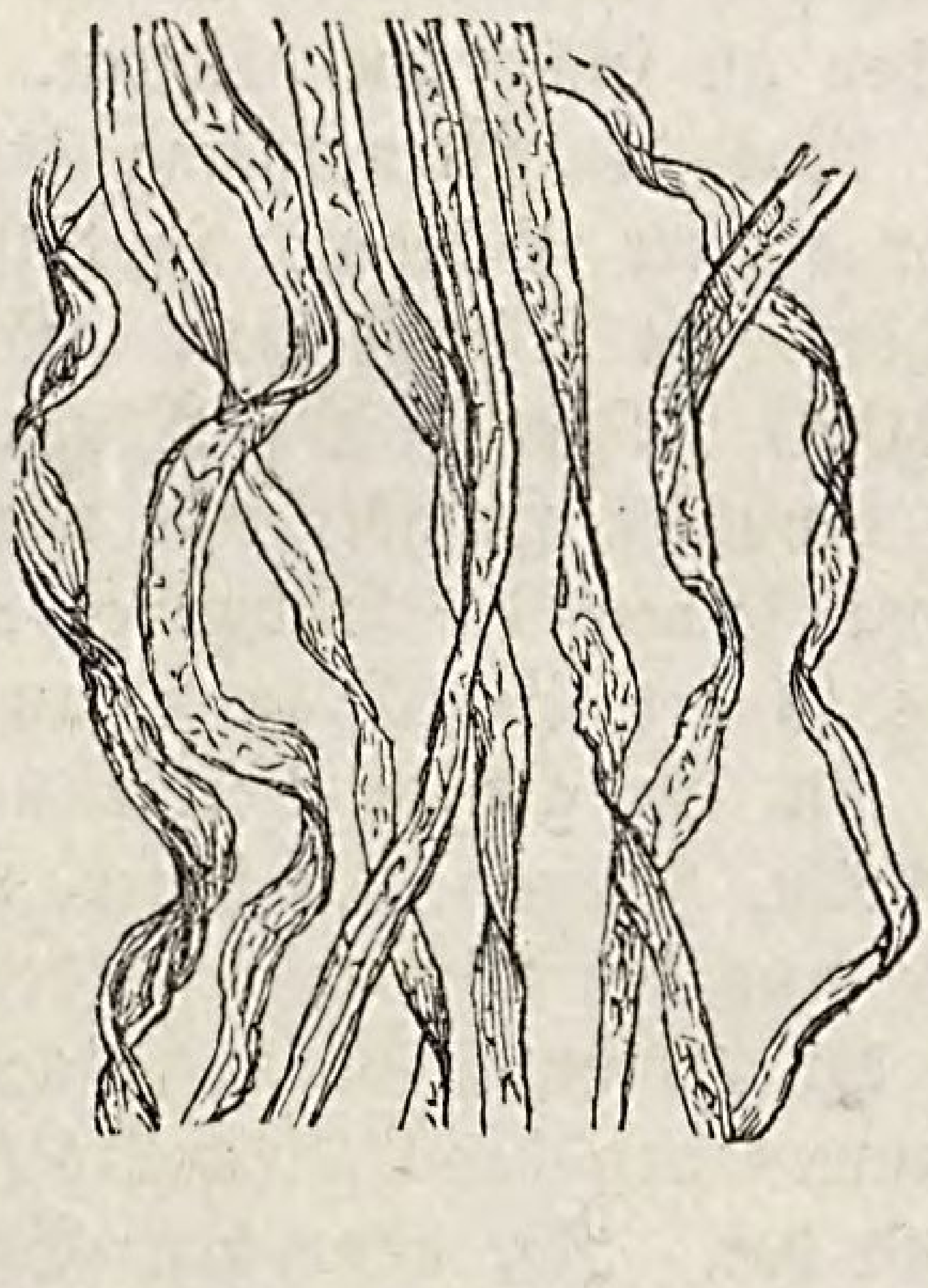
Auch die feinsten Brabanter Spitzen, die man in ihren zu den künstlichsten Formen verschlungenen zarten Fäden leicht für ein Gewebe der Geistesfinger duftiger Elfen halten könnte, werden aus Garn geklöppelt, und in erwähnter Gestalt gewinnt ein einziges Pfund Flachs den Werth von 7000 Gulden, übertrifft also den Werth des Goldes. Mittelst eines besonderen Verfahrens, vermöge dessen auch die kleinsten, den Zellen noch anhaftenden holzigen Theile des Stengels u. s. w. entfernt werden, kann der Flachs bis zur Feinheit der Seide verarbeitet werden. Ja, das sogenannte Kammertuch, ein weniger dichtes Gewebe, wird in der Picardie (Frankreich) von so großer Feinheit hergestellt, daß ein Stück von 22 Ellen kaum 12—16 Loth wiegt. Welch ein Contrast zwischen einem solchen Fabrikate und der groben Sackleinwand! Doch das Mikroskop zerlegt auch diese feinste Manufakturarbeit in dicke knotige Stränge und ist daher ein untrügliches Beweismittel, ob ein Leinenfabrikat den Namen der Echtheit verdient, oder ob irgend ein anderes Material, z. B. Baumwolle, betrügerischer Weise in dasselbe hineingewebt worden ist; (Baumwollengarn ist bekanntlich viel billiger als Leinengarn.) Da die Industrie ähnlicher Verfälschungen heut zu Tage leider nicht mehr zu den Seltenheiten gehört andererseits aber außer einem complicirten Verfahren mit Schwefelsäure kein durchschlagendes Mittel als „untrüglicher Rathgeber" existirt, so wiegt schon dieser eine Umstand, bei Einkäufen von Leinen nur reelle Fabrikate zu entnehmen, Mühe und Kosten in lohnender Weise auf. Und wie einfach ist die dazu erforderliche Probe! Zerlegt man nämlich die letzten Spitzen einiger aus dem Gewebe ausgezupfter Fäden oder Fäserchen mittelst Drehen zwischen den Fingern oder durch Auffädeln mit einer Nadel in noch zartere Fäserchen und bringt alsdann dies Gewirre, nachdem man es auf den Objectträger gelegt, mit einem Tröpfchen Wasser angefeuchtet und mit einem Deckglase versehen hat, unter das Mikroskop, so lehrt ein Blick, ob das Gewebe „echt" oder „verfälscht" ist. Jeder Faden von Leinengarn, wie auch jeder Faden von Baumwollengeweben besteht nämlich aus einer großen Anzahl von verschlungenen Fasern. Die Leinenfasern (Bastfasern vom Flachs) er-

scheinen nun, wie durch einen Blick auf Fig. 86 *a* erhellt, als ziemlich runde, glatte, hier und da mit gliedernden Knötchen versehene Fäden, die gewissermaßen ein rohrähnliches Aussehen haben, während dagegen die Baumwollenfasern, Fig. 86 b, als lange, ungegliederte, flachgedrückte und meist spiralig gewundene Bändchen erscheinen. Dieselben Versuche kann man selbstverständlich auch mit jedem Zwirne anstellen. Bei feinen Sorten von Leinen- oder Baumwollenbattist kann man dies Experiment sogar mit ganzen Stückchen der betreffenden Stoffe ausführen, natürlich nach vorangegangener Anfeuchtung, wodurch die Fäden klar und durchsichtig gemacht werden. Hat man in Folge der mikroskopischen Untersuchung die Ueberzeugung gewonnen, daß man es mit einem Gemenge von Leinen und Baumwolle zu thun hat, so kann man sich die Unterscheidung der beiden Arten von Fasern und die annähernde Bestimmung, wie viel von dem einen und von dem andern Stoffe vorhanden ist, noch dadurch erleichtern, daß man ein kleines Streifchen des Stoffes an den Rändern möglichst zerfasert, in eine

Fig. 86 a. Leinenfasern; 200 m. vergr.



Fig. 86 b Baumwollenfasern; 300 m. vergr.



verdünnte weingeistige Lösung von Anilinroth (Fuchsin) einlegt, bald wieder herausnimmt, mit Wasser gut auswäscht und etwa 2 Stunden in ätzendes Ammoniak legt. Die Leinenfasern erscheinen dann rosenroth gefärbt, die Baumwollenfasern dagegen bleiben ungefärbt, und so lassen sich beide unter dem Mikroskope leicht unterscheiden und ihr Mengeverhältniß abschätzen. — Was nun speciell die Baumwolle, die Rivalin des Flachses, wie auch der Wolle betrifft, so wollen wir nur kurz bemerken, daß dieselbe vorwiegend das Product eines in Persien und Arabien wild wachsenden und sowohl daselbst, wie namentlich in Ost- und Westindien, Spanien, dem griechischen Archipel 2c." kultivirten Sommergewächses, von stauden- oder auch wohl krautartiger Beschaffenheit ist, dessen wallnuß-große Kapseln mehrere mit der bekannten

„weißen" Baumwolle umhüllte Samen enthalten. Zur Zeit, wo die Samenkapseln sich öffnen, quillt dies Produkt der Oberhaut des Samens, also mehr Haargebilde, als ein Knäuel verwickelter, weißer Wolle hervor, die jeden Morgen gesammelt wird. Nachdem diese Knäuel mittelst einer Masche von den anhängenden Samenkörnern befreit sind, wird die Baumwolle gereinigt und gut getrocknet und darauf in grobe Haardecken gepackt und versandt. Die baumartige Baumwollenpflanze dagegen ist kein Sommergewächs, sondern besitzt einen strauchartigen, mehrere Jahre dauernden Stamm und wächst in Ostindien auf dürrem Boden wild. Ihre Cultur ist fast die nämliche, wie bei der vorigen, ebenso die Gewinnung und Behandlung der Baumwolle. Der Unterschied unter der Baumwolle ist sehr groß; die beste und feinste wird in Siam und Bengalen und zwar nicht von der baumartigen Gattung gewonnen. Sie kommt wenig oder gar nicht nach Europa, sondern wird in China und Ostindien zu den feinsten Zeugen verarbeitet. China weist außerdem noch einen Strauch auf, welcher die chinesische oder gelbe Baumwolle liefert, dieselbe dient zur Verfertigung des größten Theils des echten, schon von Natur gelben Nankings. Unter den übrigen Sorten kommt die westindische nnd brasilianische der ostindischen an Güte am nächsten.

Was die Verwendung der Baumwolle zu Kleidern anlangt, so ist ihr ältester Gebrauch in Ostindien nachzuweisen, wo sie schon zu Herodots Zeit bekannt war. Die Chinesen kennen die Baumwolle erst seit 1000 Jahren. Die Römer und Griechen kannten die Baumwolle zwar, benutzten sie aber nur wenig, meist nur zu Priesterkleidern. In Europa kamen die Baumwollenzeuge erst im Mittelalter auf, gegenwärtig ist der Bedarf an Baumwolle in's Ungeheure gestiegen.

Zu der großen Verbreitung der mannigfaltigen Zeuge (Kattun, Mousselin, Piqué, Manchester, Ghinghan ꝛc.) aus dieser vegetabilischen Wolle trug die Wohlfeilheit derselben bei, welche theils in der Erfindung der Spinnmaschinen (Earnshaw und Arkwright*), theils in der Anwendung des Bleichkalkes (Verbindung von Chlor und Kalk) ihren Grund hat. Ja, ohne den Bleichkalk möchte sich die Fabrikation der Baumwolle in England kaum auf die so außerordentliche Höhe erhoben haben, auf der wir sie kennen. Zur Rasenbleiche gehören bekanntlich vor allen Dingen gut gelegene Wiesen, auf denen die Zeuge während der Sommermonate unter beständiger Feuchthaltung wochenlang der

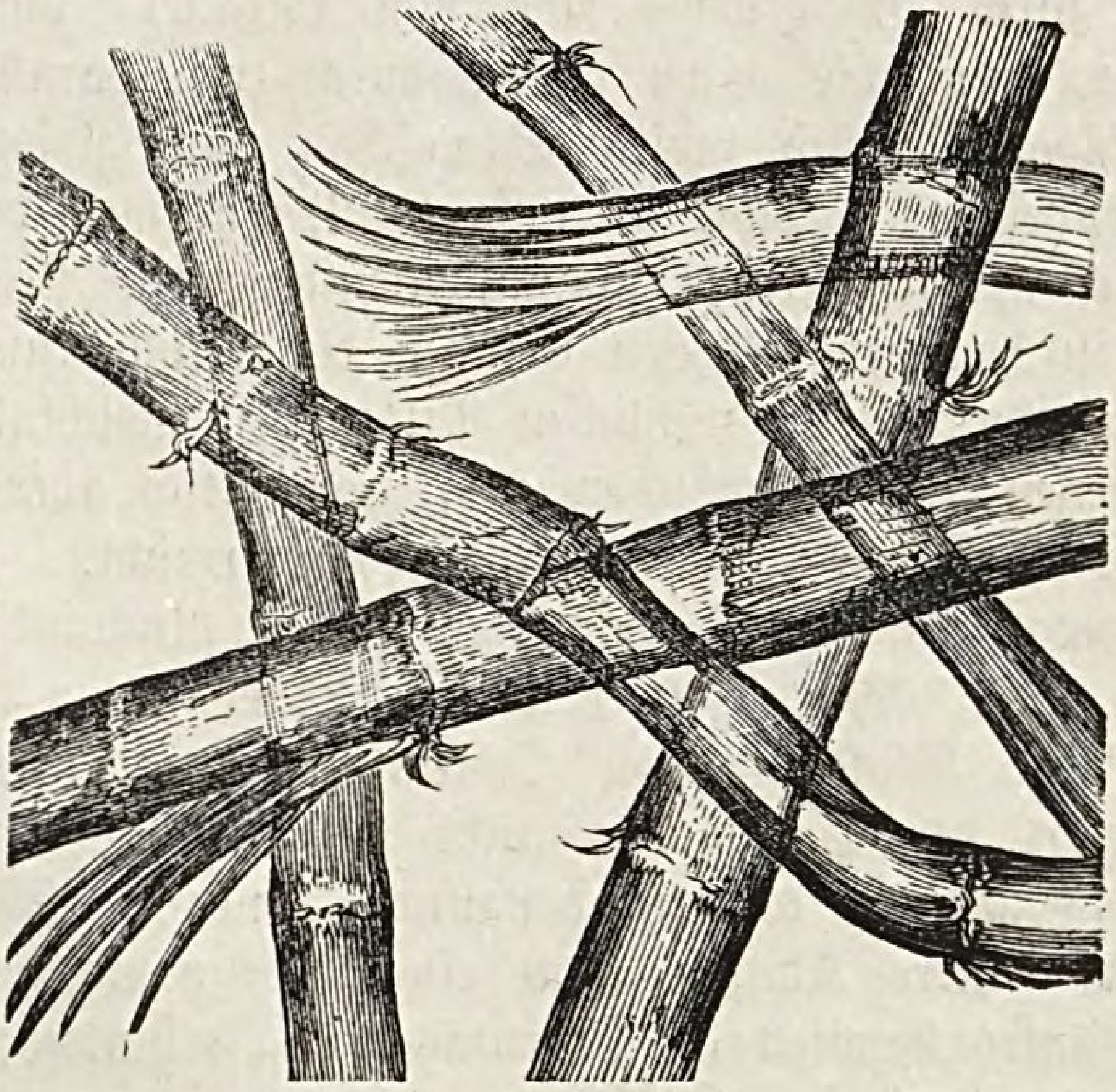
*) Richard Arkwright war ursprünglich Barbier (sogenannter Pfennigbarbier) zu Wirksworth in Derbyshire bis 1760, wo er sein Geschäft aufgab, sich auf Mechanik legte und bald darauf mit dem Uhrmacher Kay zur Herstellung einer Spinnmaschine für Baumwolle verband, welche 1769 patentirt wurde, ihm nach wenigen Jahren großen Reichthum und 1786 den Titel „Sir" erwarb. (S. Poggendorff, Biographisch — Literarisches Handwörterbuch, I Band, pag. 62.)

Luft und dem Lichte ausgesetzt werden müssen. Erwägen wir nun, daß eine einzige nicht sehr bedeutende Bleicherei in der Nähe Glasgows (Walter Crums) Sommer und Winter hindurch täglich 1400 Stücke Barmwollenzeug bleicht, so leuchtet uns ein, welches ungeheure Capital erforderlich wäre, um in der Nähe der volkreichen Stadt den geeigneten Grund und Boden zu beschaffen, um diese kolossale Anzahl von Stücken Zeug jährlich dem Fabrikanten zu liefern.

Mit Hülfe des Bleichkalkes dagegen bleicht man die Baumwollenzeuge in wenigen Stunden mit außerordentlich geringen Kosten, und in den Händen geschickter und intelligenter Menschen leiden die Zeuge hierdurch weniger als durch Rasenbleiche. Neuerdings wenden bei uns beispielsweise die Bauern im Odenwald den Bleichkalk mit Vortheil an.

Das berühmteste Baumwollengarn ist das englische (Twist) seit der Zeit, wo es auf Maschinen gesponnen wird und deshalb „Maschinengarn" heißt. Nächst den englischen Spinnereien haben diejenigen des Ober-Elsaß, namentlich die zu Mühlhausen, einen Weltruf erlangt. Versuche, welche bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts in England gemacht wurden, auch den Flachs auf Maschinen zu spinnen,

Fig. 87. Hanffasern; 400 m. vergr.



scheiterten. Vergebens versuchte auch Napoleon I. in Frankreich diesen Industriezweig zu schaffen, obgleich er einen Preis von 1,000,000 Fr. ausschrieb. Beiläufig sei bemerkt, daß bisher alle chemischen und mechanischen Versuche gescheitert sind, die Baumwolle auch nur im kleinsten Zusatz zur Fabrikation des feinen Papieres zu benutzen. — Verschieden von den Flachs- und Baumwollenfasern ist die Structur der Hanffasern, wie Fig. 87 in starker Vergrößerung zeigt. Der

Hanf, welcher gleichfalls schon in den ältesten Zeiten zur Anfertigung von Geweben diente, wird ebenso wie der Flachs behandelt. Die Hanfgewebe sind selbstverständlich gröber als die Flachsgewebe, aber weit dauerhafter.

Es kommt nun nicht selten vor, daß die für Schiffswesen und Fischerei unentbehrlichen, aus Hanf gewebten oder gedrehten Stoffe, wie Segeltuch, Stricke, Taue, Netze 2c. häufig durch Zuthat von Leinengarn verfälscht werden, weil dieses wiederum billiger ist als Hanfgarn. Auch diese Mischung weist das Mikroskop leicht nach, theils dadurch, daß das Gewebe nicht aus Fasern von gleichartigen Zellen besteht, theils durch das den Hanffasern charakteristische Aussehen. Abgesehen von der stärkeren Vergrößerung, unterscheidet sich die Hanffaser, gegen die Flachsfaser gehalten, durch derbere Bildung und stärkere Gliederung. Sollte es dem Uneingeweihten vielleicht auf den ersten Anblick schwer fallen, beide verwandte Formen mit Sicherheit zu unterscheiden, so geben wir den Rath, die zu prüfenden Fasern kurze Zeit in Salpetersäure zu kochen, was am besten in einem Probirgläschen geschieht. Bringt man darauf die Fasern zwischen zwei Glasplatten unter das Mikroskop, dann kann man sich über ihre Natur gar nicht mehr täuschen, so auffallend ist der Unterschied: die Flachsfaser zeigt in der Mittellinie einen dunkel markirten Röhrenkanal, der zu beiden Seiten durch ein helleres Netz von Parallel- und Querlinien eingefaßt ist, während die Hanffaser durch zwei parallele Linien in drei gleichmäßige, ziemlich breite Streifen von gleich lichter Färbung zerlegt erscheint. (Höchst interessante Zeichnungen bietet auch die an und für sich charakteristische Baumwollenfaser bei Behandlung mit Salpetersäure in den verschiedenen Graden der Einwirkung.)

Das Vaterland dieser nützlichen Pflanze ist gleichfalls Asien, wo sie in verschiedenen Theilen wild wächst, namentlich aber Persien und Ostindien, woselbst sie eine Höhe von 3—10′ erreicht.

In Europa zeichnen sich besonders Polen, Rußland und Italien durch Hanfbau aus. Wie beim Lein der Samen zur Bereitung des Leinöls und seine Rückstände zu Oelkuchen, als Viehfutter, benutzt werden, so liefert der Hanfsamen nicht nur ein Lieblingsfutter für Stubenvögel, (Hänflinge darnach benannt), sondern ist in Rußland und Polen für ärmere Klassen auch ein Nahrungsmittel. Aus den Blättern des Hanfes bereiten die Orientalen in Verbindung mit Opium ein berauschendes Getränk, „Haschisch“ genannt; ferner preßt man ein Oel daraus, welches sowohl zum Brennen als auch statt des Baumöls zur Bereitung von Speisen gebraucht wird. Gleichzeitig sei bemerkt, daß auch aus Manillahanf oder Abaca, einem Erzeugniß aus den Bastfasern eines auf den Philippinen einheimischen Bananenbaumes, Tauwerk und Gewebe verfertigt werden. Ersteres leidet nicht durch die Feuchtigkeit, ist aber minder geschmeidig als das Tauwerk aus Hanf, und auch nicht so elastisch. Letztere sind etwas steif, aber leicht und fühlen sich

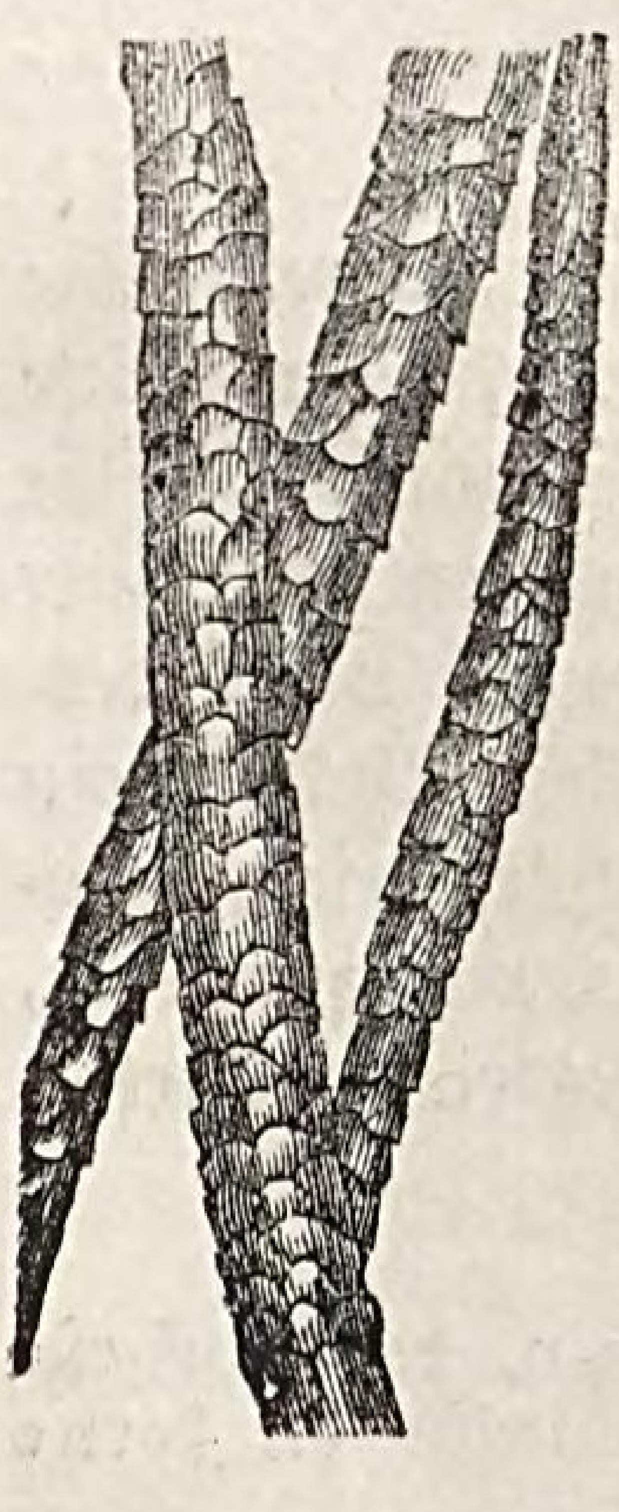
auch frisch an. Der Abacafaden wird nicht gesponnen oder gedreht, sondern die einzelnen Fasern werden aneinandergereiht, wodurch die Produkte aus diesem Stoffe schon äußerlich kenntlich sind. —

Auch die Familie der Nesselgewächse enthält eine Menge von Pflanzen mit sehr zäher, bald feinerer, bald gröberer Bastfaser. Besonders sind es zwei Gattungen, Urtica nivea undUrtica japonica, die in China hochgeschätzt werden, weil sie ein ungemein feines, seidenähnliches, glänzendes Leinen von sehr großer Haltbarkeit liefern, aus welchem die Chinesen die feinsten Stoffe darstellen. Diese Gewächse eignen sich indeß, wie verschiedene Versuche im botanischen Garten zu Berlin dargethan haben, für unser Klima nicht, weil sie gegen Frost zu empfindlich sind. Auch aus den Stengelfasern unserer einheimischen Brennessel (Urtica dioica) und zweier westindischer Arten fabricirte man das sogenannte Nesseltuch. Dies echte Nesselgewebe wird indeß wohl kaum noch im Handel gesucht, seitdem die Baumwollen-Manufacte einen so hohen Grad von Feinheit und Vollkommenheit erreicht haben. Gegenwärtig versteht man unter „Nessel" ganz verschiedene Gewebe; wegen der Aehnlichkeit mit dem echten Nesselgewebe nennt man alle Baumwoll-Mousseline „Nesseltuch."

Zum Schluß dieser Gruppe von vegetabilischen Materialien erwähnen wir noch, daß man an der verschiedenen Structur der Zellenfasern auch ermittelte, daß die Umwickelungsstoffe der ägyptischen Mumien aus Leinen und die der peruanischen aus Baumwolle bestanden, indem man den leinenen Faden an seiner cylindrischen Form, den baumwollenen dagegen an seiner Gestalt erkannte. —

Wir kommen nun zur zweiten Gruppe der Materialien zu Bekleidungsstoffen, nämlich den animalischen.

Fig. 88. Schafwolle; 200 m. vergr.

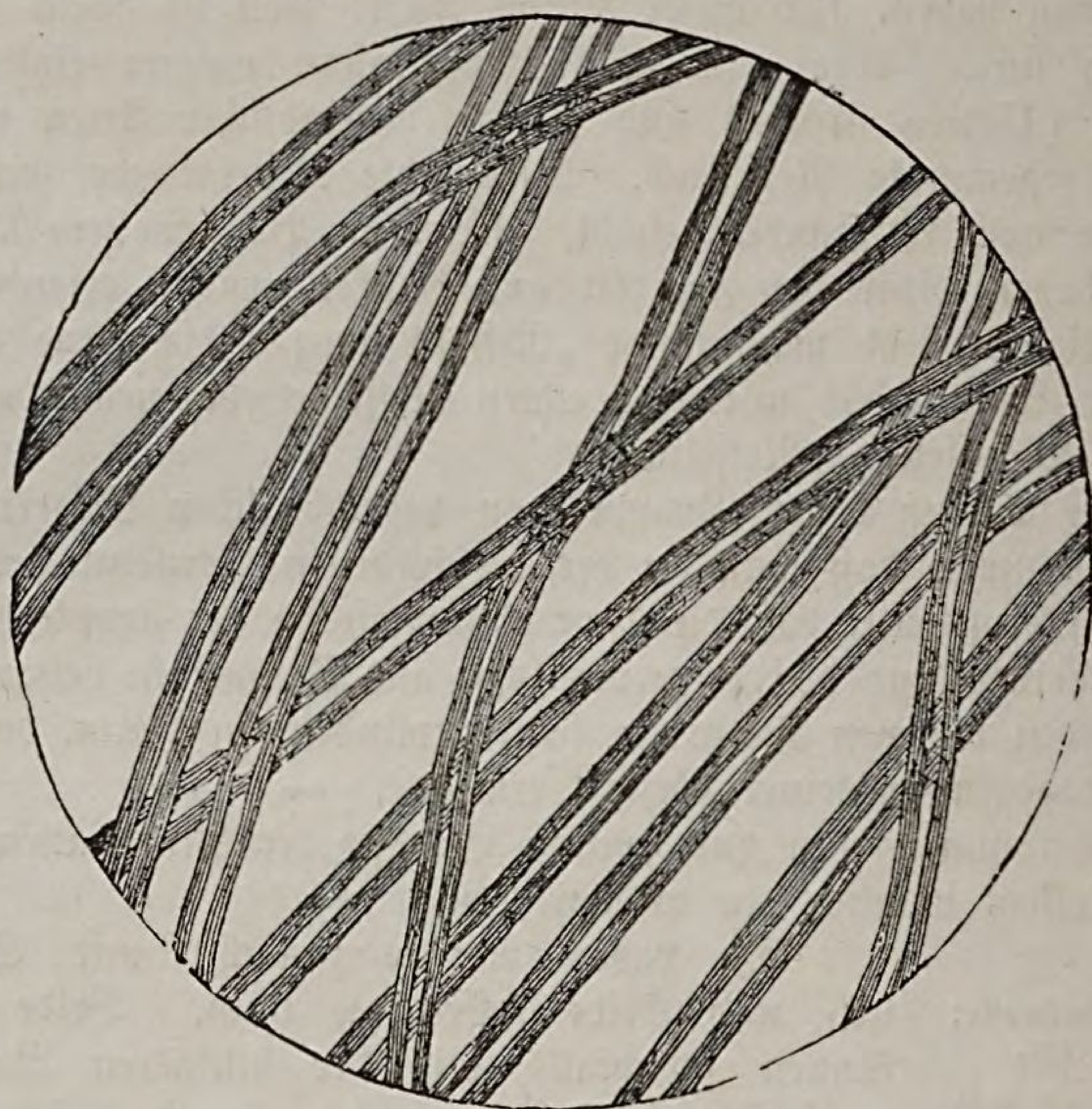


Da haben wir es zunächst mit Schafwollen- und Seidenstoffen zu thun. Beide Gewebe können gleichfalls mit der billigeren Baumwolle verfälscht sein. Da wir die charakteristischen Merkmale der Baumwolle schon aufgezählt haben, so würde uns ihre Anwesenheit bei Prüfung von Seiden- oder Wollenstoffen auf deren Echtheit wohl nicht entgehen. Anders wäre es mit der Unterscheidung von Wollen- und Seidenfasern. Doch diese ist wiederum sehr leicht, wie uns ein Blick auf Fig. 88. zeigt. Die Fasern oder Haare der Wolle erscheinen als runde, mit Schüppchen bedeckte Cylinder; die Schüppchen treten bei Behandlung mit Schwefelsäure deutlich hervor.

Ein Tröpfchen Schwefelsäure genügt, um den Kitt, der diese fast dachziegelförmig gelagerten Schüppchen mit der Haarfaser verbindet, zu erweichen und allmählich ganz aufzulösen, so daß sie

nicht nur deutlicher hervortreten, sondern sich wie die Haare einer Bürste aufrichten, bis sie nach längerer Einwirkung der Säure ganz abfallen. Dasselbe Experiment kann man auch mit Menschenhaaren ausführen. In ähnlicher Weise zerfällt durch die Einwirkung von Schwefelsäure auch die menschliche Oberhaut, die empfindungslos ist, in die mikroskopischen Blättchen und Schüppchen, welche dieselbe zusammensetzen. Die Seidenfasern dagegen bilden keine zelligen Gewebe, sondern einfache, gleichartige Cylinder, (Fig. 89) ohne die Schüppchenschicht und

Fig. 89. Seidenfäden; 200 m. vergr.



die darunter befindliche Mark- und Rindensubstanz der Haare. Sie erscheinen transparent, in der Länge sanft gestreift und in der Mitte das Licht stark reflectirend, sind aber nicht hohl. Bekanntlich ist die Seide ein Gespinnst der Seidenraupe, welche den Seidenfaden aus einer in einem besondern Organ enthaltenen klebrigen Masse erzeugt. Der Faden, den man durch Abhaspelung eines Seidenwurm-Cocons*) erhält, ist daher ein einfacher massiver Stab einer biegsamen elastischen Masse. Wegen seiner unendlichen Feinheit müssen gewöhnlich 20—30 solcher Fäden vereinigt werden, ehe ein Faden von der Stärke erscheint, wie ihn das Gewebe eines seidnen Stoffes

*) Der ovale, meist gelbe Cocon besteht aus drei Lagen, deren äußerste die sogenannte Floretseide (Flock- oder Rauchseide), deren mittelste die feine Seide und deren innere die Seidenwatte liefert.

enthält. Zieht man einen solchen Faden aus, so muß er also aus einer Menge massiver Stäbchen der in Fig. 89 dargestellten Form bestehen. Keins dieser Stäbchen darf hohl, knotig oder faserig erscheinen. Im Durchschnitt erscheint der Seidenfaden vierkantig, weil die Oeffnung des Organs eines Seidenwurms, durch welche er hervorgepreßt wird, viereckig ist.

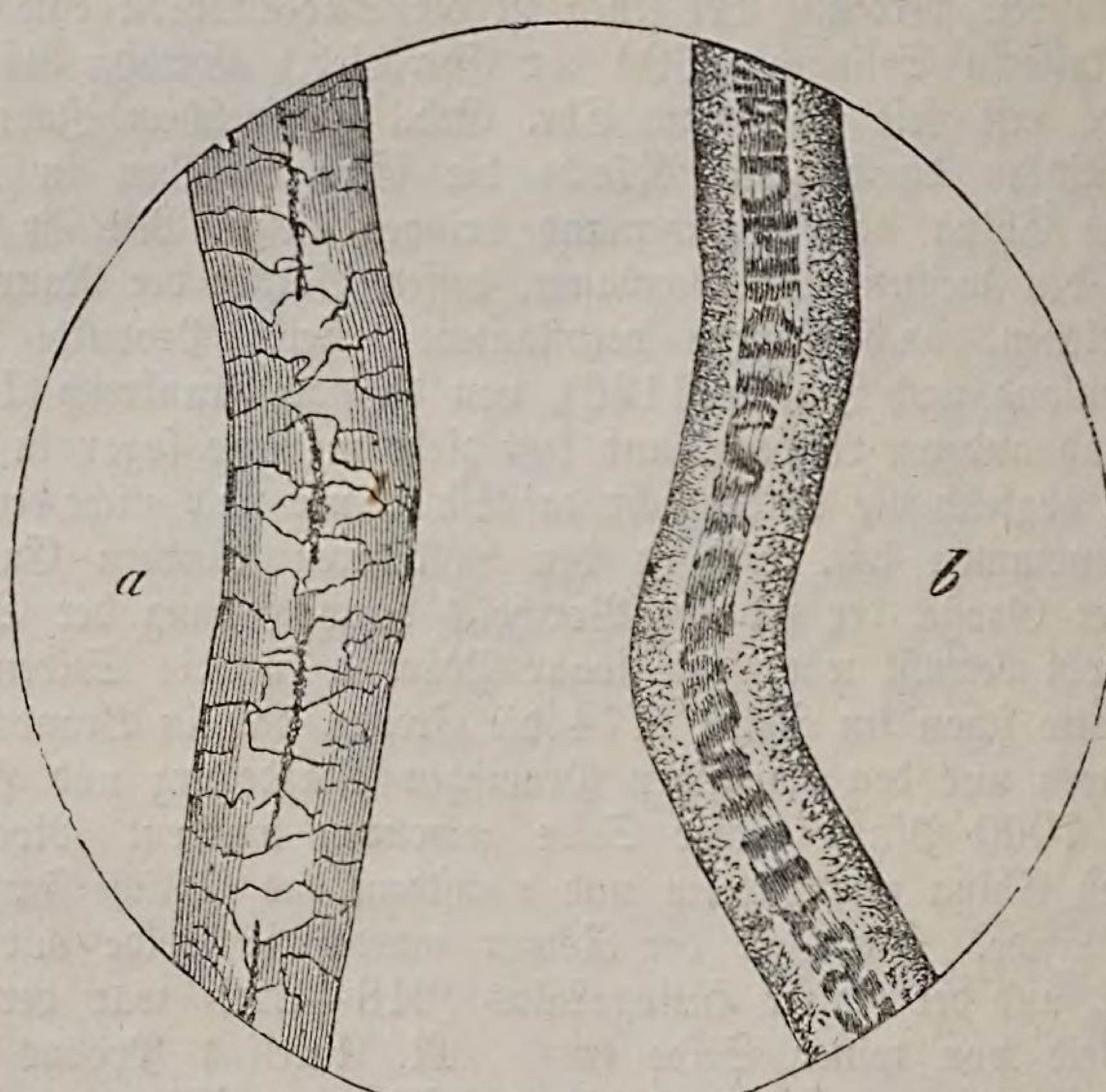
Die optische Unterscheidung aller dieser Fasern kann gleichzeitig noch, wie beim Hanf und Flachs, durch eine mikrochemische Untersuchung unterstützt und erforderlichen Falls sicherer gemacht werden. Die aus Zellstoff bestehenden Pflanzenfasern werden nämlich durch Zusatz von Jod und Schwefelsäure blau, was bei thierischen Fasern nicht der Fall ist. Seide unterscheidet sich in dieser Hinsicht wieder dadurch von Haaren, daß sie durch concentrirte Salzsäure aufgelöst wird, was bei Haaren nicht geschieht. Die frühste Kenntniß der Seide und ihre Anwendung zum Weben muß den Chinesen und Indiern zugestanden werden. Bei jenen ist die Seidenweberei eine Erfindung der Kaiserin Selingch (2600 vor Chr. Geb.), Europa besitzt die Seidenraupe erst seit 555 nach Chr. Geb., in welchem Jahre der Kaiser Justinian durch zwei Mönche die Eier derselben in hohlen Stäben aus China nach Griechenland bringen ließ. Mit ihr mußte man auch den weißen Maulbeerbaum, dessen Blätter der Raupe zur Nahrung dienen, nach Europa verpflanzen. Beide Produkte kamen aus Griechenland nach Italien (1130), von da nach Frankreich (1470), Spanien und anderen Ländern, und jetzt zieht man sie sogar in Norddeutschland, obgleich die Seidenzucht daselbst immer noch nicht den Aufschwung genommen hat, wie in den südlicheren Ländern Europas. Friedrich der Große, der sich des Vortheils durch Hebung der Seidenindustrie wohl bewußt war, setzte sogar Prämien für die Seidencultur aus und hatte schon im Jahre 1774 die Freude, daß in Brandenburg und Pommern und den damaligen Provinzen Magdeburg und Halberstadt gegen 7000 Pfund reiner Seide gewonnen wurden. Noch jetzt liefern indeß China und Italien und nächstdem das südliche Frankreich die meiste Seide. Zur Zeit der Römer wurde die Seide mit Gold aufgewogen, und der Kaiser Heliogabalus (218—222) war der erste, der ein Kleid von reiner Seide trug. M. Aurelius Probus (276 bis 282) verkaufte, um seinen erschöpften Schatz zu füllen, unter anderm seine seidenen Kleider, und Jacob I. borgte sich, als er noch König von Schottland war, ein Paar seidene Strümpfe, um sich vor dem englischen Gesandten damit zu zeigen.

(Der verheerenden „Muscardine- und Gattinekrankheit", die in der Entwickelung eines den ganzen Körper der Seidenraupen überziehenden Schimmels besteht, ist bei den Pilzen Erwähnung gethan.)

Noch feiner als sämmtliche Wollsorten von Schafen, selbst der Merinos, (trans marinus) welche durch die Mauren aus Afrika nach Spanien gebracht worden sind, ist die Wolle der Kaschmir- oder Tibet-

ziege, einer Spielart unserer aus Persien und dem Kaukasus stammenden Hausziege. Diese Ziege, welche auch schon in Südeuropa*) seit Ende des vorigen Jahrhunderts gezogen wird, liefert in der feinen Wolle unter ihren langen Haaren das Material zu den kostbaren indischen Kaschmirshawls und zum Tibetstoff, während aus dem Haar der Kämel- oder Angoraziege der Kamelot gewebt wird. Da das Material zu diesen Geweben wegen seiner Seltenheit ein sehr theures ist, so hat sich die Industrie durch Zusatz von Schafwolle und Flockseide zu helfen gewußt, um ein billigeres Fabrikat unter demselben Namen herzustellen. Abgesehen von dem Stoffe ist auch die Arbeit der Kaschmirshawls eine so mühsame, (von den buntesten und besten Shawls machen die Leute in einem Tage kaum einen Viertelzoll fertig) daß deren Preis in Kaschmir selbst, obgleich sich gegen 16,000 Webstühle dort befinden, ein sehr hoher ist. Wenn man nun vor billigen Kaschmirshawls wohl

Fig. 09. a) Kameelhaar; b) Haar der Tibetziege, 100 m. vergr.



durch ihren Preis geschützt ist, denn dieselben könnnen niemals echt sein, so hat man bei den zu hohen Preisen verkauften „echten" doch nicht unbedingte Garantie der Echtheit. Aus diesem Grunde haben wir

*) Baron Ternaux, der Hauptbegründer der neueren französischen Industrie, verpflanzte mit großem Kostenaufwand echte Tibetziegen auf französischen Boden, wo diese Race nunmehr cultivirt und gezogen wird. Aus der Wolle werden die Châles-Ternaux angefertigt.

Figur 90 hinzugefügt, die unter a ein Haar der Tibet- oder Kaschmirziege und unter b ein Kameelhaar darstellt. Ein vergleichender Blick belehrt uns, wie leicht es ist, auch die Verfälschungen der Kameelhaar- und Kaschmirstoffe sicher zu erkennen und zu unterscheiden.

Aus Vorstehendem erhellt wohl zur Genüge: einmal, wie einfach die Vergleichung der Structur thierischer und vegetabilischer Materialien zu Bekleidungsstoffen auf dem Wege der mikroskopischen Prüfung an sich ist; zweitens, wie nothwendig die Kenntniß der verschiedenen Struktur der Fasern von Leinen, Baumwolle, Hanf, wie auch der Seide, Wolle oder Haare für verschiedene Fabrikanten und Kaufleute, namentlich für die Manufakturisten ist, um bei Untersuchung verschiedener Gewebe mit Gewißheit bestimmen zu können, welche geringeren Stoffe demjenigen, aus welchem die Waare angeblich allein bestehen soll, beigemengt sind; und drittens glauben wir auch den freundlichen Leser von der Wahrheit unserer früheren Behauptung überzeugt zu haben, daß es für Jedermann nutzbringend und vortheilhaft ist, bei eventuellen Einkäufen die geringe Mühe der Untersuchung nicht zu scheuen. Denn gerade die Gewebe bieten ein Feld, dessen Untersuchung weder mühsame Präparation, noch besonders theure Instrumente erfordert, weil eine 100-, höchstens 200fache Vergrößerung für alle Fälle ausreicht.

Zum Schluß dieses Kapitels wollen wir noch zwei in der Handelswelt verbreitete Methoden angeben, durch welche es möglich ist, ohne Mikroskop zu bestimmen, ob ein Gewebestoff aus vegetabilischen Fasern oder aus animalischen (Wolle, Haare, Seide) besteht. Wenn nämlich eine Probe des zu prüfenden Stoffes in einem mit Kork verschlossenen Probirgläschen, über einer Spiritusflamme erhitzt, Dämpfe ausstößt, welche beim schnellen aber behutsamen Herausziehen des Korkes ein über die Oeffnung gehaltenes Streifchen von rothem Lackmuspapier (Lackmus ist ein Flechtenfarbestoff) blau färben, so besteht das Gewebe aus thierischem Stoffe, denn alle Thierstoffe entwickeln beim Erhitzen ammoniakalische Dämpfe, und diese bläuen stets rothes Lackmuspapier; wird dagegen blaues Lackmuspapier durch die aus dem Probirgläschen ausströmenden Dämpfe roth gefärbt, so ist das betreffende Gewebe aus Pflanzenfasern verfertigt, weil alle Pflanzenstoffe beim Erhitzen saure Dämpfe von sich geben, und diese das blaue Lackmuspapier röthen. Eine zweite Methode, welche namentlich dazu geeignet ist, um bei Schafwollstoffen, welche mit Baumwolle verfälscht sind, die Menge der beigemischten Baumwolle zu bestimmen, besteht darin, daß man von dem zu prüfenden Gewebe ein genau abgemessenes Stückchen in Quadratform ausschneidet, die Fäden des Einschlags und der Kette vorsichtig heraus zieht (es aufdrieselt) und dieselben einzeln verbrennt. Alle pflanzlichen Fäden, folglich auch die Baumwolle, verbrennen nämlich mit lebhafter Flamme, ohne irgend einen Rückstand zu hinterlassen, wobei sie den bekannten, sengrigen Geruch nach verbrannter Leinwand verbreiten; alle thierischen Fäden aber, (Wolle, Haare, Seide) brennen schlecht, bilden

sehr schnell am angezündeten Ende eine schwammige Kohle, die dem weiteren Fortglimmen ein Ziel setzt und entwickeln dabei den charakteristischen, sehr penetranten Geruch nach verbranntem Horn.

Aus der Zahl der chemischen Mittel, um Wolle von pflanzlichen Fäden zu unterscheiden, führen wir eins an, das sich wegen seiner Einfachheit und Sicherheit in gleichem Grade empfiehlt.

Thut man Wolle in eine Auflösung von Aetzkali oder Aetznatron (5 Theile auf 100 Theile Wasser) und erhitzt dieselbe in einer gläsernen Probirröhre, so löst sich die Wolle darin auf, was bei keiner pflanzlichen Faser der Fall ist.

Prüfet Alles und das Beste behaltet, so werden sich die häufigen Klagen wegen Uebervortheilung bei Einkäufen von Gewebestoffen, denen man nur zu häufig begegnet, sicher vermindern! —

VI.

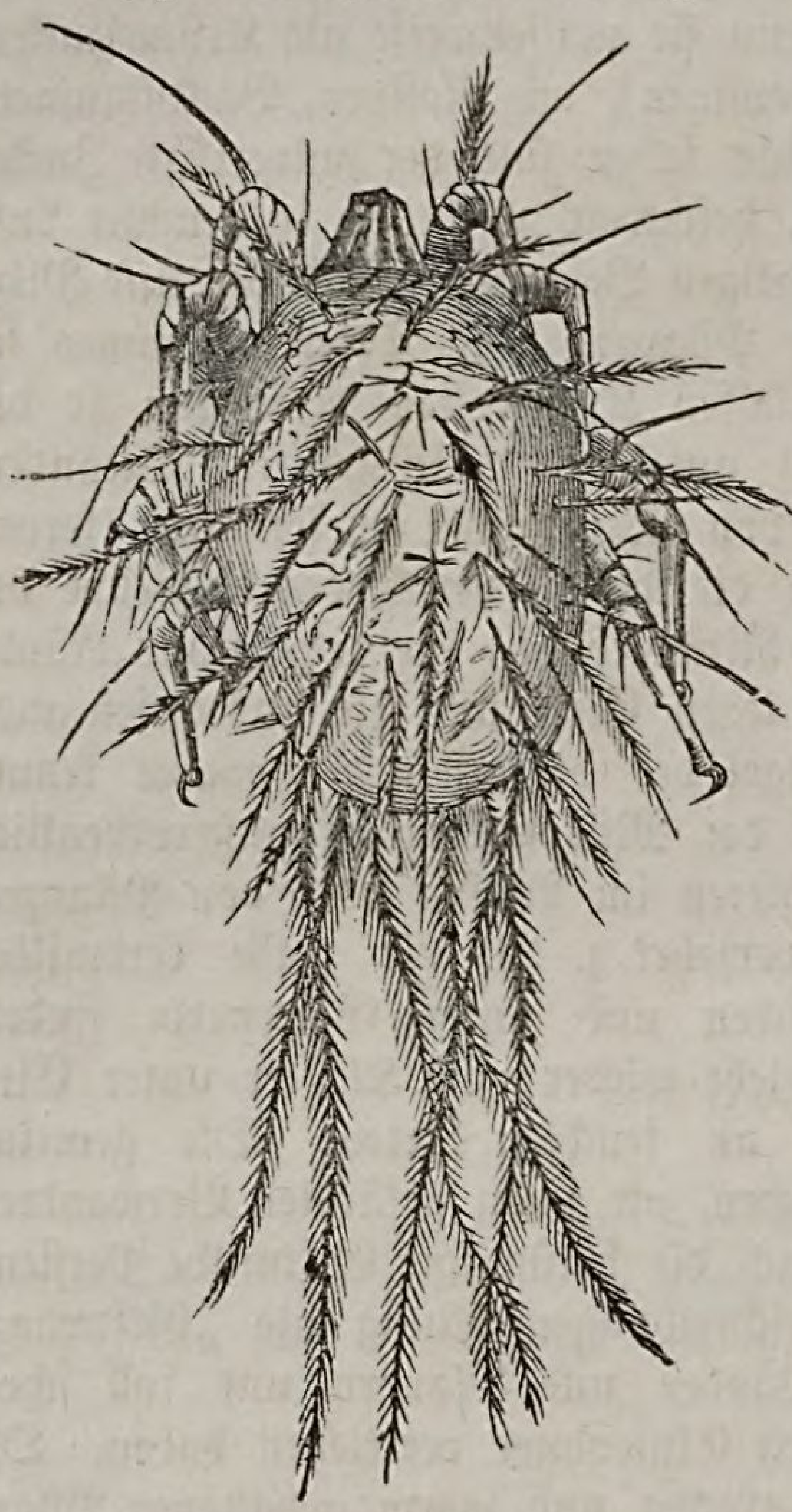
Einiges über mikroskopische Thierchen.

Wenn die gütige Natur uns von der einen Seite mit einer großen Mannigfaltigkeit von Gewächsen und Geschöpfen segnete, so schuf sie von der andern eine fast eben so große Mannigfaltigkeit von Feinden und Verfolgern ihrer eigenen Producte, und räumte diesen somit gleichsam das nächste Recht an ersteren ein, indem sie fast mit jeder Pflanze und jedem Geschöpfe ihr besonderes Insect wie mit einer besonderen Welt verknüpfte. Wir aber betrachten diese lästigen Elemente als feindliche Schmarotzer der Thier- und Pflanzenwelt und nehmen es ihnen natürlich übel, daß sie uns so arg mitspielen. Aus diesen Worten erhellt, daß es nicht nur pflanzliche, sondern auch thierische Parasiten giebt, welche letztere namentlich unter Umständen auf und in der Haut oder selbst im Körper des Menschen und in dem der Hausthiere leben und Krankheitserscheinungen mancherlei Art verursachen. Aus dieser Gruppe heben wir zunächst das Heer der harmlos erscheinenden „Milben" hervor, welche fast alle mikroskopische Geschöpfe sind. Diese kleinen Schmarotzer haben einen ovalen, weichen, mit Borsten oder Haaren besetzten Körper, der häufig, wie bei der Schildkröte, etwas abgeplattet ist, und an welchem Kopf, Brust und Leib der schon mehr entwickelten Gliederthiere (wie Läuse ꝛc.) in ein Stück verschmolzen sind.

In der Jugend haben sie nur 6, aber in ausgewachsenem Zustande 8 Beine und einen beweglichen, schnabelartigen Saugrüssel. Ein großer Theil findet sich fast in allen faulenden Substanzen, zwischen Schimmel ꝛc. sehr zahlreich und befördert durch seine Gegenwart die Fäulniß- und Verwesungsprozesse (so z. B. die Käsemilbe); andere Milben beschädigen und verzehren indeß auch manche Gegenstände, welche nicht gerade faulen, (namentlich wenn sie massenweise als Krümelzuckerbeschlag an oder in denselben vorkommen), wie Rosinen, Backpflaumen, Feigen, Zucker, altes Mehl ꝛc. Nicht selten sind der pulverisirte Zucker und der Farina-Zucker (Cassonade), besonders wenn sie in feuchter Luft gelagert haben, mit dieser widerwärtigen Beigabe der Milben und Pilze bedacht. Aber auch auf lebenden Pflanzen und Thieren kommen sie vor, beschädigen diese und veranlassen Krankheiten derselben; so die Milben, welche auf vielen Pflanzen unserer Gewächshäuser, Oleander, Rosen ꝛc., oder auf den Blättern von Weinstöcken vorkommen; ferner die Krätzmilben des Menschen und die davon verschiedenen, welche bei vielen Thieren (Schafen, Pferden, Rindvieh ꝛc.) die sogenannte Räude veranlassen u. s. w. Die Milben legen Eier, und die aus diesen ausgeschlüpften Jungen, an dem Mangel des hintersten Fußpaares kenntlich, häuten sich sofort. Die Zahl der Milbenarten ist außerordentlich groß. Viele leben von kleinen Thieren im Wasser oder von Pflanzen auf der Erde unter Steinen; so verzehrt z. B. die rothe Erdmilbe, welche sich häufig zwischen Gebüschen und unter Gartenerde findet, junge Raupen. Die Büchermilbe lebt wieder vom Kleister unter Einbänden von Büchern, namentlich an feuchten Orten. Die gemeine Wassermilbe lebt mit ihren zahlreichen, oft schön gefärbten Verwandten in allen stehenden Gewässern. Auch die berüchtigte Giftmilbe Persiens gehört hierher; dieselbe, in Reisebeschreibungen häufig als „Giftwanze von Miana“ erwähnt, lebt in Wänden und Mauern und soll schon aus mehreren Dörfern Persiens ihre Einwohner vertrieben haben. Oft zeigen sich in Treibhäusern an zu trocken und warm gehaltenen Pflanzen unter den Blättern Erscheinungen von kleinen rothen Punkten, die sich unter dem Mikroskope als „Milbenspinnen“ entpuppen; dieselben können aber, ähnlich wie die Blattläuse, durch Schwefeldämpfe oder durch Bespritzen, resp. Waschen mit Seifenwasser (Auflösung von etwa 1/4 Pfd. Seife in 1 Quart Wasser) leicht getödtet werden, sowie, beiläufig bemerkt, die in Naturaliensammlungen, Federn, Tapeten, Pelzwerk, Kutschen ꝛc. zerstörend auftretenden Motten am sichersten durch trockene Wärme oder Arsenikdämpfe vertilgt werden. Mit dergleichen Milben ist fast jedes Thier behaftet, auch Insekten bleiben von ihnen nicht verschont; Tauben, Hühner und Stubenvögel werden von Vogelmilben geplagt, welche ihnen Nachts Blut aussaugen und deshalb am Morgen röthlich gefärbt sind. Roßkäfer, Fliegen und andere Insekten, ja selbst die Kleidermotten beherbergen Käfermilben ꝛc.; auch der überall auf Gebüschen häufig vorkommende Holzbock (Zecke), welcher nur 3/4'''

mißt, vollgesogen an Menschen, Hunden 2c., aber oft von der Größe einer Viets- oder Krupbohne ist, gehört ebenfalls zu den Milben. Sehr kleine, echt mikroskopische Thiere sind dagegen die Mehlmilbe, die Käsemilbe, die Krätzmilbe und die Haarbalgmilbe, welche wir einer näheren Untersuchung unterziehen müssen. Erstere (s. Fig. 91) bevölkert altes, lange gestandenes Mehl oft in ungeheurer Menge; doch dürfte sie nur in solchem Weizen- und Roggenmehle vorkommen, welches mit Erbsen, Bohnen oder Linsenmehl verfälscht ist, weil dieses Thier vorzugsweise vom Mehl der Hülsenfrüchte zu leben scheint. Die Käsemilbe (Fig. 92. 2) dagegen findet sich an altem Käse, den sie allmählich in Pulver verwandelt. Dieses scheinbare Pulver löst sich unter dem Mikroskope fast lediglich in Käsemilben auf, was nur durch ihre schnelle Vermehrungsweise zu erklären ist. Wer alten, mit mehlartigem Staub bedeckten Käse genießt, kann ohne Versicherung glauben, daß er mit jedem Bissen Tausende von Milben verschluckt und so in seinem Magen eine Kaserne für diese Liliputer etablirt.

Fig. 91. Mehlmilbe; 220 m. vergr.

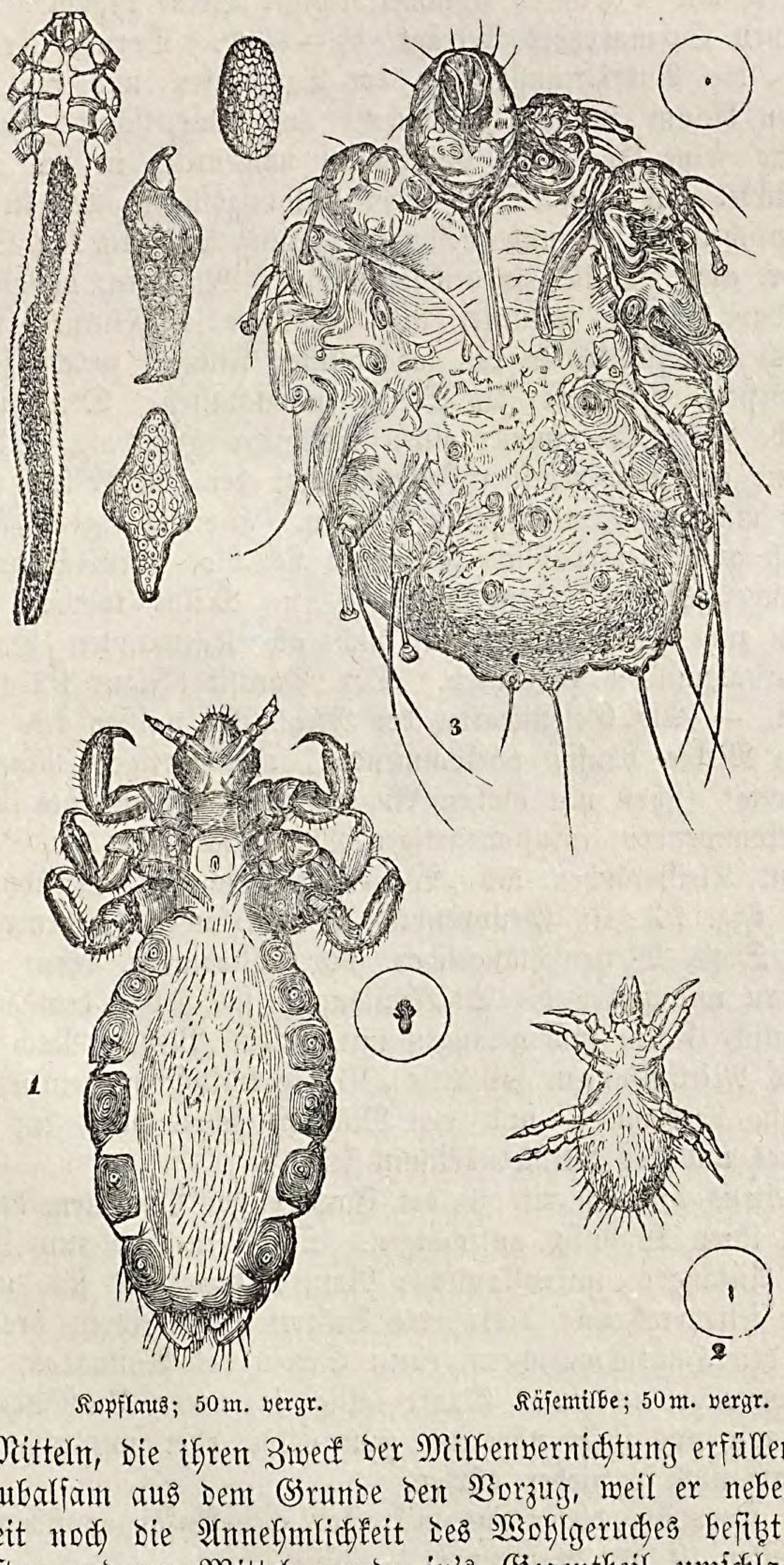


Noch viel widerwärtiger aber ist die bösartige Krätzmilbe (Fig. 92. 3). Dieselbe, etwa $1/_5 - 1/_4'''$ lang, bewohnt am häufigsten die menschliche Haut zwischen den Fingern und an deren Innenfläche; doch kann sie auch an allen Körperstellen vorkommen. Sie bohrt sich in die Furchen der Oberhaut des Menschen ein und gräbt haarfeine, in schiefer Richtung verlaufende Gänge von 2—3 mm. Länge, über deren Oeffnung sich in Folge des dadurch verursachten Reizes Pusteln oder Krätzblasen bilden. Das Thierchen selbst sitzt in den Gängen, an deren Enden es seine Eier legt, verursacht ein starkes Jucken der Haut und verbreitet die häßliche Krankheit weiter. Da also die verabscheute, in niederen Klassen verbreitete Krätze nichts weiter ist, als eine pustulöse, durch die Reizung jener Milbe hervorgebrachte Hautentzündung, so leuchtet es ein, daß dieselbe eben nur durch Anwendung geeigneter äußerer Mittel, welche Entfernung oder Tödtung jener Milbe bewirken,

gehoben werden kann. Diese Milbe vermag nun in der That äußeren Insulten auch wenig Widerstandskraft entgegen zu setzen, gehört also gewissermaßen zu den zart besaiteten Parasitennaturen. Unter den

Fig. 92. Käse-, Krätz- und Haarbalgmilbe nebst Kopflaus.

Haarbalgmilbe; 250m. vergr. Krätzmilbe; 350m. vergr.



Kopflaus; 50m. vergr. Käsemilbe; 50m. vergr.

vielen Mitteln, die ihren Zweck der Milbenvernichtung erfüllen, verdient der Perubalsam aus dem Grunde den Vorzug, weil er neben der Unfehlbarkeit noch die Annehmlichkeit des Wohlgeruches besitzt, während die meisten anderen Mittel gerade in's Gegentheil umschlagen. Ein

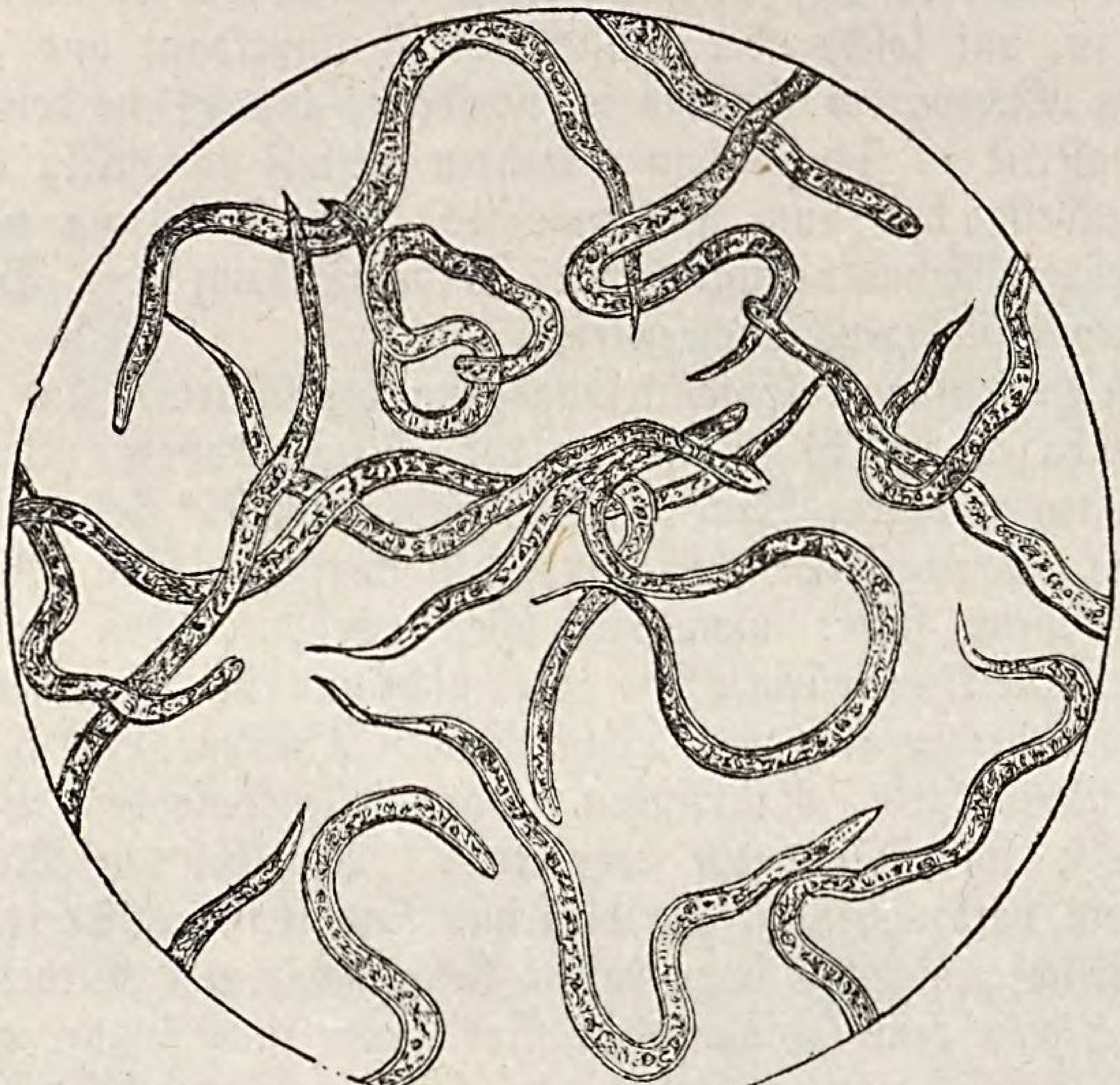
nicht minder ekelhaftes und lästiges Geschöpf ist die Haarbalgmilbe (Fig. 92.4). Ihr Hauptunterscheidungszeichen von anderen Milben ist die Verlängerung des Leibes in einen mit zahlreichen Eiern gefüllten Schwanz; auch ist ihr Körper borsten- und haarlos und an seinem vorderen Theile bei dem jungen Geschöpfe mit 3, dagegen bei dem reifen Thiere mit 4 Paaren stummelförmiger Beine begabt. Die Länge des kleinen Schmarotzers beträgt $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{2}$'''. Derselbe bewohnt gewöhnlich die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die Haarbälge, d. h. den Raum zwischen Haarschaft und Wurzelscheide und setzt am Wohnorte seine Eier ab. Er kommt namentlich in den Talgdrüsen des Gesichtes, in den Bälgen oder Bildungsstätten der kleinen, fast mikroskopischen Haare und besonders häufig auch in den Drüsen der Nase vor, auch zuweilen in den sogenannten Mitessern, die als schwarze, ausdrückbare Punkte mitunter auf der Nase erscheinen. Desgleichen findet sich diese Milbe in den sogenannten Finnen, welche so manches schöne Gesicht, besonders die Stirne verunstalten. Denn wenn man eine solche Pustel, die immer einen erkrankten Haarbalg enthält, ausdrückt und den ausgedrückten Inhalt unter dem Mikroskop untersucht, so findet man oft Haarbalgmilben darin. Hieraus ergiebt sich gleichfalls, daß auch diese häßliche Krankheit sich blos durch äußere Anwendung solcher Mittel heben läßt, die jene Milbe tödten. Doch sei Manchem zum Troste gesagt, daß nicht alle sogenannten „Hautfinnen" von Haarbalgmilben herrühren. Der Parasit (Figur 92.1) erklärt sich selbst. — Als Gesellschafter der Mehlmilbe müssen wir außer den in altem Mehle häufig vorkommenden, madenartigen Räupchen der „Mehlmotte" (schon mit bloßen Augen sichtbar), noch eines im Weizenmehl vorkommenden infusionsartigen Thierchens von der Gestalt der Essig- und Kleisterälchen, des „Weizenschlängelchens", Erwähnung thun, von dem Fig. 93 ein Gruppenbild in 100facher Linearvergrößerung liefert. Diese Weizenschlängelchen oder Vibrionen leben schon im Samenkorn und stören die Stärkebildung; sie geben dem Korne eine pfefferähnliche Form und gelangen mit in das Mehl. Nach Professor Henslow's Mittheilungen soll diese „Vibrio tritici" namentlich in England häufig vorkommen und den Müllern schon durch das Aussehen des Kornes und des Mehles bekannt sein. —

Zweitens kommen wir zu der Gruppe von Parasiten, die im Körper selbst ihren Wohnsitz aufschlagen. Dieselben sind zum Theil nur in ihren Anfängen mikroskopischer Natur, bewahren sich meist auch durch ihr selteneres und diskreteres Auftreten vor ihren proletarischen Vettern, den Hautschmarotzern, einen Schein des Anstandes, sind aber nichtsdestoweniger in einem Grade lästig, ja, unter Umständen gefährlich, daß wir uns ihrer näheren, zum Glück aber nur objectiven Bekannntschaft nicht entziehen dürfen.

Der Koryphäe dieser aus mikroskopischen Anfängen sich entwickelnden Parasiten ist der Bandwurm.

Lange Zeit war die Ansicht allgemein, daß der nur im Darm vorkommende Bandwurm, wie auch andere Eingeweidewürmer, welche in Theilen (Leber und Gehirn) existiren, die nirgend mit der Außenwelt in Verbindung stehen, in Folge einer krankhaften Entartung der Säfte, durch Urzeugung entstände. Denn man kann weder durch

Fig. 93. Weizenschlängelchen, 100 m. vergr.



Mund, Nase, Augen, Ohren oder sonst eine Oeffnung zur Gehirnmasse oder Leber gelangen, man müsse denn durch Körper und Häute ein Loch bohren. Da sich nun trotz sorgfältiger Untersuchungen keine solche Oeffnung fand, so war es jedenfalls schwer, den Lebenslauf dieser Würmer zu verfolgen. Den sorgfältigsten Beobachtungen und dahin einschlagenden Fütterungsversuchen deutscher Gelehrter, unter denen die Professoren v. Siebold in München, Leuckart in Gießen, (gegenwärtig in Leipzig), Küchenmeister in Dresden und Heubner, ebendaselbst Professor an der königlichen Thierarzneischule, die erste Stelle einnehmen, ist es mit Hülfe des Mikroskopes gelungen, den Schleier über die Entstehung und Entwickelung dieses Gezüchtes zu lüften und Aufschlüsse über ihre Natur zu liefern, an denen kein Naturkundiger mehr zweifelt. Die im höchsten Grade interessanten Untersuchungen v. Siebold's haben nämlich den Beweis geführt, daß auch die Eingeweidewürmer aus Eiern entstehen, die in der wunderbarsten Weise Wanderungen durchmachen, bevor sie an einen Ort gelangen, wo sie sich zu wirklichen, lebenden Würmern ausbilden. Siebold hat künstlich in Hunden Bandwürmer

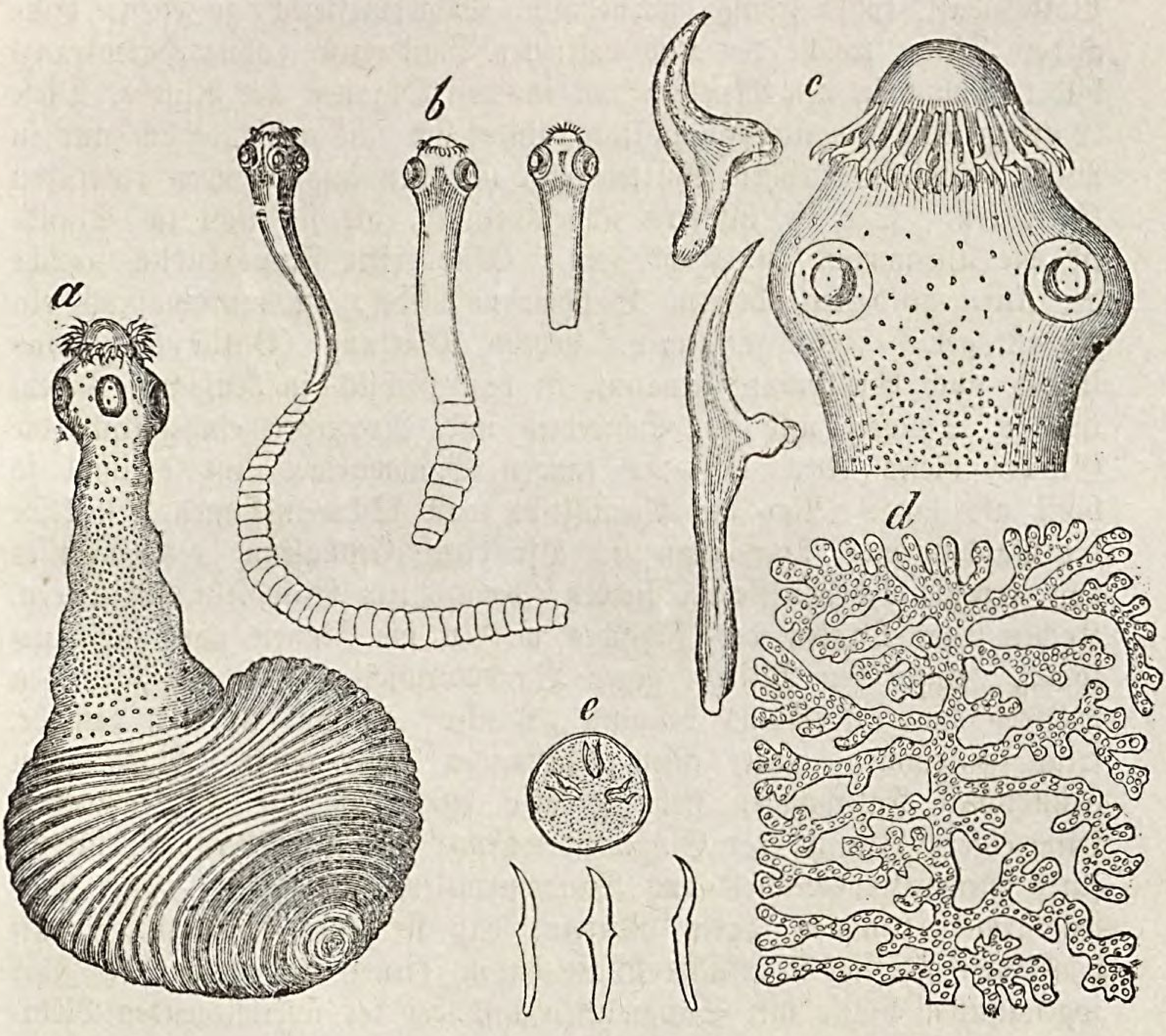
erzeugt, indem er sie Schafshirn verzehren ließ, das mit Quesen behaftet war, welche bekanntlich die Drehkrankheit erzeugen. Er führte auf's Sorgfältigste den Beweis, daß dasselbe Thier (Blasenwurm), welches im Gehirn des Schafes oder in der Leber eines Ochsen kaum wie ein Nadelknopf groß ist, und dort nur eine von einer harten Schale umschlossene Finne bildet, im Darm des Hundes ein vollständiger Bandwurm wird. Ja, er wies nach, daß es die Bestimmung dieses Thieres ist, auf solche oder ähnliche Weise unverdaut und „unverletzt" durch den Magen des Hundes zu wandern, bis es in den Darm gelangt, woselbst es sich in seiner wahren Gestalt entwickeln kann. Auf ähnliche Weise hat auch Küchenmeister durch Fütterung von Hunden mit lebenden Schweinefinnen den Zusammenhang der Blasen- und Bandwürmer schlagend nachgewiesen.

Diesen seltsamen Entwickelungsgang der Würmer hat Steenstrup in Kopenhagen im Gegensatze zu der Metamorphose (Verwandlung) der Insekten mit dem Namen „Generationswechsel" belegt. Die interessantesten Generationswechsel und die merkwürdigsten Wanderungen der Wurmbrut findet man, wie schon erwähnt, eben bei den Bandwürmern. Die Bandwürmer sind indeß nicht nur eine Plage des Menschen, sondern sie werden auch von fleischfressenden Thieren, (vierfüßigen Raubthieren, Raubvögeln, Raubfischen, und insektenfressenden Vögeln) und zwar meist im Dünndarm beherbergt. Die bei den Menschen und Raubthiere vorkommenden Bandwürmer sind stets gegliedert. Die einzelnen, gleichförmigen Glieder haben Aehnlichkeit mit Kürbiskernen und bilden sich von dem kopfähnlichen Vorderende aus immer auf's Neue. Jedes Glied ist ein vollständiges Thier mit der Befähigung zur Weiterfortpflanzung, sobald es zur Reife gediehen ist. Diese beginnt ungefähr mit dem 600. Gliede. Das reife Glied löst sich von dem Wurme ab und wird, da es ohne jeden Halt ist, ausgeschieden. Die Eier, (Fig. 94 d.*) welche diese einzelnen Glieder enthalten, (etwa 6—700) sind von außerordentlicher Lebenszähigkeit und bleiben in der freien Natur selbst unter ungünstigen Bedingungen circa 14 Tage, ja auch wohl einen Monat lang entwickelungsfähig. Sehr leicht gelangen dieselben nun in den Körper des Schweines, dieses Urbild von Unreinlichkeit und Gefräßigkeit, welches bekanntlich stets im Schlamm und Unrath wühlt. Die Gedärme des Schweines sind aber für ihre Weiterentwickelung das günstigste Terrain; hier werden sie gewissermaßen ausgebrütet, indem sie von der sie umgebenden Schale befreit werden; in diesem Zustand bohren sie sich durch die Darmwand und dringen in das Fleisch und Fett ein, durchbrechen auch wohl die Wand der Adern und gelangen so ins Blut und mit dem Lauf des Blutes in die Muskeln, in die Leber, in das Gehirn, das Auge 2c. Fig. 94 e zeigt uns einen Bandwurmembryo mit seinen drei Paaren verschieden gestalteter, sehr

*) Die Hälfte eines Eierstockes hundertfach vergrößert.

scharfer Häkchen, die ihm zum Bohren und Graben dienen. In bedeutend vergrößerter Gestalt präsentiren sich uns die hornigen Waffen unterhalb des Bildes e. In ihrem neuen Wohnsitze richten sich die Bandwurmembryonen alsbald förmlich ein, d. h. sie umgeben sich mit einem Wasserbläschen von grau-grünlicher Farbe, bilden am Kopfende Haken und Saugnäpfe und präsentiren sich uns auf dieser Entwickelungsstufe als die allbekannten, aber unbeliebten „Finnen". In

Fig. 94. Kopfende und Eierstock von Bandwürmern; Blasenwürmer.



diesem Zustande verharrt der Blasenwurm, so lange er nicht seinen Wohnsitz ändert; wird er aber, was durch Genuß von rohem Fleische häufig geschieht, lebend in den menschlichen Körper oder in den eines geeigneten Thieres befördert, (denn er wird weder durch die Zähne zermalmt, noch durch den Magensaft getödtet) so platzt die ihn umgebende Blase, die Finne wird frei, und treibt alsdann als Mutterthier oder Bandwurmkopf die vorher geschilderten, kürbiskornähnlichen Glieder aus dem Kopfe heraus. Also ohne Finnen kein Bandwurm und ohne Bandwurm keine Finnen! Die fast in allen Schweinesorten gefundene Finne erzeugt speciell den bewaffneten, d. h. mit einem „Hakenkranz"-

versehenen Bandwurm. Der am Kopfe befindliche „Hakenkranz“ besteht aus circa 24—30 wechselweise großen und kleinen Haken, die zum Festhalten an der Darmschleimhaut dienen. (S. Fig. 94 c.*) Diese Gattung, (Taenia solium) auch langgliedriger oder Kürbisbandwurm genannt, (die Glieder sind zweimal so lang als breit, und die Länge des Thieres kann 50′ erreichen) findet sich vorwiegend in Deutschland und im Orient. Unter den Abessyniern ist sie beispielsweise so verbreitet, daß ein Mensch ohne Bandwurm eine seltene Ausnahme bildet. Diese auffallende Erscheinung erklärt sich nur aus der Sitte jener Völkerschaft, rohes Fleisch, vornehmlich Schweinefleisch, zu essen. Eine andere Finne, welche den unbewaffneten Bandwurm (ohne Hakenkranz) bildet, wohnt in den Muskeln und inneren Organen des Rindes. Diese Gattung, (Taenia mediocanellata) findet sich fast ausschließlich nur in Wien, dem südöstlichen Würtemberg und den angrenzenden bairischen Districten. Sie ist insofern ungefährlicher, als sie nicht im Stande ist, die Darmwand zu durchbohren. Eine dritte Finne endlich, welche den kurzgegliederten, breiten Bandwurm bildet, ist muthmaßlich ein Parasit gewisser Fischgattungen. Letztere Gattung (Bothryocephalus latus), auch Grubenkopf genannt, ist hauptsächlich in Rußland, Polen, in der Schweiz und in Schweden und Norwegen einheimisch; die Glieder dieses etwa 10—20′ langen Bandwurmes sind dreimal so breit als lang. Vor der Acquisition von Schweinefinnen, respektive des Bandwurmes, kann man sich also durch Enthaltung des Genusses von rohem Schweinefleische sichern, denn durch Einpökeln, Räuchern, Kochen oder Braten des Fleisches werden die Finnen ganz sicher getödtet. Unter den Mitteln gegen Bandwurmleiden steht das schon den Völkern des Alterthums bekannte „Kousso“ obenan, insofern dasselbe, frisch genommen, unter allen Umständen sicher wirkt. Nach diesen gründlichen Forschungen steht es also fest, daß die Blasenwürmer keine eigene Familie der Eingeweidewürmer bilden, sondern alle mittelst eines Generationswechsels aus Bandwurmeiern hervorgehen. Alle Blasenwürmer stimmen darin überein, daß sie eine dünnhäutige, mit wässeriger Flüssigkeit erfüllte Blase haben, ferner auch darin, daß ihre sogenannten Köpfe mit Saugnäpfen und bei der überwiegenden Mehrzahl mit Hakenkränzen versehen sind und daher genau so aussehen, wie Bandwurmköpfe. (S. Fig. 94 a.) Außer den zahlreichen Fütterungsversuchen mit Hunden, Katzen, Füchsen 2c. hat man auch an Menschen (zum Tode verurtheilten Verbrechern) das Experiment gemacht, daß man ihnen mit dem Essen lebende Blasenwürmer reichte; das Resultat war, daß man bei ihnen gleichfalls Bandwürmer in allen möglichen Entwickelungsstufen vorfand. Fig. 94 b zeigt drei verschiedene Entwickelungsstufen von Bandwürmern, welche sich im Darmkanale eines

*) Neben dem Kopfe ist je ein Haken des doppelten Hakenkranzes stark vergrößert dargestellt.

mit Drehwürmern gefütterten Hundes gebildet hatten, schwach vergrößert. Außer diesem, aus dem Drehwurm sich entwickelnden Bandwurme, kommen bei den Hunden noch vier verschiedene Arten vor, welche nach Dr. Willkomm theils aus Finnen, die im Fleisch der Hasen und Kaninchen gefunden werden, sich bilden, theils aus den in der Leber vorkommenden Igelwürmern der Wiederkäuer (der Rehe, Hirsche, Ziegen, Schafe, Rinder) hervorgehen, theils aus Finnen gebildet werden, die das Gekröse, die Bauch- und Lungenhäute von Wiederkäuern, Schweinen und selbst Menschen bewohnen. Der bei den Katzen vorkommende Bandwurm entwickelt sich aus einer Finne, welche von Ratten und Mäusen beherbergt wird; der beim Fuchse aus einer anderen, in Feldmäusen lebenden Finne. Umgekehrt hat man nun auch Versuche gemacht, Schweine, Schafe und andere Wiederkäuer mit den Eiern oder reifen Gliedern der verschiedenen Bandwurmarten des Hundes, sowie des schmalen menschlichen Bandwurms zu füttern und je nach der verwendeten Bandwurmart gefunden, daß bei den Schafen bald die Drehkrankheit ausbrach, bald sich Igelwürmer u. s. w. einfanden und bei den Schweinen in bestimmter Zeit nach der Fütterung Finnen zum Vorschein kamen.

Zum Schluß wollen wir bemerken, daß bei den Isländern die Blasenwürmer, besonders die Igelwürmer, allgemein verbreitet sind. Auf Island erkranken und sterben alljährlich Hunderte an der sogenannten „Leberseuche", d. h. in Folge der Zerstörung der Leber durch den Igelwurm, welcher aus den Eiern einer Bandwurmart des Hundes entsteht. Eine Erklärung dieser Erscheinung finden wir in der Lebensweise und in den Sitten der Isländer, namentlich in ihrem Zusammenleben mit den zahlreichen Hunden u. s. w. Wenn bei der beispiellosen Fruchtbarkeit der Bandwürmer nicht Millionen und Billionen von Eiern trotz ihrer Zähigkeit durch Einwirkung ungünstiger Verhältnisse unentwickelt zu Grunde gingen, so würden sich weder Menschen noch Thiere vor den Eingeweidewürmern retten können; Menschen und Thiere würden von solchem Gelichter strotzen und demselben zum Opfer fallen! So aber bereitet die Natur dieser unsichtbaren Wurmbrut zum größten Theile selbst ihren Untergang, und wir brauchen uns trotz deren Unzahl nicht zu sehr vor ihr zu fürchten! — Der zweite, zum Glück viel seltener, aber meist gefährlicher auftretende Parasit, der seine mikroskopische Natur in allen Lebensaltern bewahrt und sich vermöge dieser Eigenschaft der Beobachtung leider zum Nachtheile der Menschheit auf lange Zeit entzogen hat, ist die Trichine. Kein Parasit hat wohl in letzter Zeit so viel von sich reden gemacht, als gerade die Trichine, und es ist nur bedauerlich und zugleich ein trauriges Zeichen der Oberflächlichkeit und Gewissenlosigkeit eines Theils unserer Presse, wenn noch immer Stimmen laut werden, welche diese mörderische Nematode in das Reich der Fabel zu expediren bemüht sind. (Diese könnte das Mikroskop in der That eines Besseren belehren!) Nur schnöder Eigen-

nutz oder die blasse Unwissenheit kann sich zu solcher negirenden Behauptung versteigen. Die Trichine existirt leider ebenso wirklich, wie wir selbst existiren, und ist in ihrer Unscheinbarkeit der zäheste und gefährlichste aller Parasiten. Da diese Thierchen unser Interesse nun in besonderem Grade in Anspruch nehmen, die mikroskopische Untersuchung aber das einzige sichere Mittel bildet, nicht blos ihre Entstehungs- und Verbreitungsverhältnisse kennen zu lernen, sondern auch den Menschen gegen die durch ihre Gegenwart bedingten gefährlichen Folgen zu schützen: so wollen wir denselben in Folgendem eine genauere Betrachtung widmen. Die Trichinen sind kleine, mit bloßem Auge kaum oder gar nicht sichtbare, spiralförmig gewundene Würmchen von etwa 4/5—1 mm. Länge, welche zur Abtheilung der Rund- oder Fadenwürmer (Nematoden, Nema-Faden) gehören und einem Stückchen dünnen Haares gleichen, woher auch ihr Name rührt. (Trichina-Haarwurm).

Bisher war unter den Gelehrten die Ansicht vorherrschend, daß die Trichinen durch die aus Asien stammende Wanderratte eingeschleppt worden seien. Dafür sprach der Umstand, daß an Orten, wo die Trichinenkrankheit auftrat, sich auch die Ratten von dem Wurm inficirt zeigten. Ja, daß auch in solchen Städten, wo bei Menschen sich nie Erkrankungen durch Trichinen zeigten, doch trichinenhaltige Ratten nachgewiesen wurden, z. B. in Wien. Von anderer Seite ist gegen diese Ansicht mit Recht geltend gemacht worden, daß gegen die Einschleppung durch die Wanderratte der Umstand spricht, daß die Wanderratte bereits 1770 von Osten her, von Polen aus, in Deutschland eingewandert ist, während man die Trichine erst seit 1832 in Europa kennt. Dagegen gewinnt die Annahme an Wahrscheinlichkeit, daß ihre Einschleppung durch die kleinen chinesischen Schweine erfolgt sei. In den Dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts begann die Einfuhr der letzteren zuerst nach England und demnächst nach Norddeutschland und zwar hauptsächlich in die Gegenden, die noch heute den Mittelpunkt des Verbreitungsherdes der Trichinen bilden (Provinz Sachsen). Mit diesen Chinesen sind die heutigen feineren Schweineracen in England und Deutschland theils durch Kreuzung, theils durch Reinzucht erzeugt, und merkwürdigerweise fallen mit dem Beginne ihrer Einfuhr die ersten Nachweisungen von Trichinen in menschlichen Leichen zusammen, und in China selbst soll die Trichinenkrankheit unter den Eingeborenen eine häufige Erscheinung sein.

Daraus ergibt sich, daß die Trichinen keineswegs eine Entdeckung, oder wie Manche zu sagen belieben, eine „Erfindung" der Neuzeit sind. Zuerst wurden sie, wie schon erwähnt im Jahre 1832 durch Hilton, Prosector (Oberzergliederer) am Guy-Spital in London während einer Section in den Brustmuskeln einer Leiche gesehen, doch nicht als Würmchen, sondern nur als weiße, kalkige Körnchen, (in eingekapseltem Zustande) wofür diese Erscheinung auch bis zum Jahre 1835 gehalten wurde. Im genannten Jahre fand der Conservator Owen

ebenfalls bei der Anatomirung eines Leichnams eine eingekapselte Trichine, aber in jüngerem Zustande. Derselbe forschte der Sache weiter nach und machte die überraschende Entdeckung, daß in jeder solchen Kapsel (citronenförmige Kalkschale) ein fadenförmiges, spiralig aufgerolltes Würmchen enthalten sei. Owen gab diesem Wurm den Namen Trichina spiralis, welcher auch unverändert beibehalten worden ist. In demselben Jahre fand Prof. Henle in Berlin, durch Owen's Entdeckung aufmerksam gemacht, in von ihm aufbewahrten Präparaten aus den Brust- und Halsmuskeln zweier im Winter 1834—35 im Spital verstorbenen Personen ebenfalls eingekapselte Trichinen. Seit dieser Zeit unterschied man zwar Muskeltrichinen und Darmtrichinen, ohne indessen schon eine Ahnung von ihrer Gefährlichkeit zu haben. Den Professoren Leuckart in Gießen und Zenker in Dresden war es vorbehalten, über die bis dahin noch immer nebelhafte Anschauung in Bezug auf Entwickelung und Bedeutung der Trichinen Licht zu verbreiten. Im Jahre 1860 hatte Leuckart 1¼ Kilogramm Menschenfleisch von der Leiche eines im Spital zu Halle verstorbenen Mannes bekommen, welches noch lebende Trichinen enthielt, und dasselbe an 3 Hunde und 2 junge Schweine verfüttert. Jedes Versuchsthier erhielt 220—230 Gramm Fleisch und mit demselben, da 10 Milligramm durchschnittlich von 12—15 Trichinen bevölkert waren, im Ganzen 300,000 eingekapselte Trichinen. Schon am 4. Tage nach der Fütterung zeigte sich bei dem einen geschlachteten Hunde die ganze Innenwandung des Darmkanals mit einem weißen Schaum überzogen, in welchem die mikroskopische Untersuchung eine zahllose Menge äußerst kleiner Fadenwürmchen nachwies. Außerdem fanden sich im Darmkanal Tausende frei gewordener Trichinen, die sich vergrößert und deutlich ausgebildete Geschlechtsorgane entwickelt hatten; so wie andere, welche von Eiern und Jungen strotzten. Durch diese und andere Versuche Leuckarts wurde festgestellt: erstens, daß die Trichine getrennten Geschlechts ist und schon die Muskeltrichinen Geschlechtsorgane besitzen, wenn auch nur unvollkommene, und zweitens, daß die Einwanderung der im Darm geborenen jungen Trichinen in die Muskeln bei großer Menge mit bedeutenden Krankheitserscheinungen verknüpft sei, und sogar den Tod herbeiführen könne, denn alle Versuchsthiere hatten Symptome von Darmaffection, Fieber und Gliederschmerzen gezeigt; ja, von 9 Kaninchen, die nicht geschlachtet wurden, waren 7 gestorben. Um dieselbe Zeit, wo Leuckart diese interessanten und wichtigen Fütterungsversuche machte, ereignete sich nun der erste eklatante Fall einer mit dem Tode endenden Trichinenkrankheit in Dresden. Am 12. Januar 1860 nämlich wurde ein bis kurz zuvor völlig gesund gewesenes Dienstmädchen aus dem Dorfe Plauen, die seit Weihnachten an Mattigkeit, Schlaflosigkeit, Mangel des Appetits, Verstopfung, Durst und Hitze gelitten hatte, in das Dresdener Stadtkrankenhaus gebracht und daselbst, obwohl manche Symptome fehlten, als Typhuskranke behandelt. Zu den schon genannten Beschwerden

gesellten sich bald außerordentliche Schmerzen in Armen und Beinen, verbunden mit krampfhafter Beugung der Kniee, Ellenbogen und völligem Unvermögen, die zusammengezogenen Glieder wieder zu strecken. Gleichzeitig schwollen Gesicht und Unterschenkel an, und die Kranke jammerte Tag und Nacht. Endlich, nachdem typhöse Lungenaffektion hinzugetreten war, erfolgte am 27. Januar der Tod des Mädchens. Durch briefliche Mittheilungen von Seiten Leuckarts aufmerksam gemacht, ordnete Zenker die mikroskopische Untersuchung des Fleisches an und war nicht wenig überrascht, als in dem Körper dieses Mädchens Millionen lebender, theils freier, theils eingekapselter Trichinen gefunden wurden. (Dr. Willkomm giebt an, daß ein ihm gehöriges Präparat aus einem Armmuskel dieses Mädchens in 3 Fleischfäserchen 45 Trichinen erkennen läßt.) Auch fand man noch geschlechtsreife Trichinen, Würmchen von 1 ½ mm. Länge und von Embryonen strotzende Weibchen von 4 mm. Länge im Darmkanale. Die sofort angestellte Nachforschung lieferte das Resultat, daß die Dienstherrschaft des Mädchens kurz vor Weihnachten ein Schwein geschlachtet, von welchem das Mädchen, der Fleischer und mehrere Glieder der Familie beim Wurstmachen rohes Fleisch genossen hatten; ferner, daß in Folge dieses Genusses alle betreffenden Personen mehr oder weniger erkrankt waren, daß besonders der Fleischer längere Zeit, angeblich an Gicht, die aber von auffallender Steifheit und Schmerzhaftigkeit der Glieder und der Nackenmuskeln begleitet gewesen war, darniedergelegen hatte; endlich, daß ein von dem Schweine noch vorhandener Schinken von Trichinen wimmelte. Dieser Fall erregte natürlich großes Aufsehen, zunächst in der wissenschaftlichen Welt, und öffnete wenigstens den Aerzten und Naturforschern die Augen hinsichtlich der Bedeutung jenes mikroskopischen Wurmes. Noch gegen Ende desselben Jahres kamen im leipziger Spital muthmaßlich zwei Trichinenerkrankungen vor, welche jedoch nicht mit dem Tode endeten, und schon damals empfahl Prof. Wunderlich, bei schweren, dem Typhus oder dem akuten Rheumatismus ähnlichen Fällen stets an Trichinen zu denken. Seitdem haben sich die Fälle von Trichinenkrankheiten, ja, von förmlichen kleinen Epidemien leider gemehrt. Doch würde uns eine ausführliche Aufführung aller Fälle der „Trichinose“ zuweit führen; wiederum können wir es uns nicht versagen, wenigstens die wichtigsten in Folgendem aufzuzählen. Im Jahre 1861 erkrankten in einem Waldeck'schen Dorfe 3 Personen einer Familie in Folge des Genusses von Schweinefleisch. Die Erkrankten genasen indessen wieder. Das Jahr 1862 brachte mehrere Epidemien; die erste brach im März zu Plauen im Voigtlande aus, woselbst 20 Personen in der Stadt und fast ebensoviel in der Umgegend erkrankten; es trat jedoch nur ein Todesfall ein. Bei diesem Ereigniß wurde zum ersten Male die Gegenwart von Muskeltrichinen nachgewiesen, indem ein Kranker sich entschloß, sich mittelst einer sogenannten Harpune eine Fleischprobe aus dem Arme nehmen zu lassen.

Dasselbe Experiment machte man bald darauf in Heidelberg bei einem Fleischer, welcher viel rohes Hackfleisch genossen hatte und hierdurch unter allen Symptomen der Trichinose erkrankt war, jedoch nach 10wöchentlichen Leiden wieder genas. Eine mit der Harpune aus der Wade genommene Fleischprobe von der Größe eines Hanfkornes enthielt 7 Trichinen. Später brach in Calbe a. d. Saale eine Epidemie aus, bei welcher von 38 erkrankten Personen 8 verstarben. Desgleichen wurde in Magdeburg und Blankenburg am Harze in diesem Jahre, wie bereits seit 1858, eine eigenthümliche, angeblich gastrisch-rheumatische mit Anschwellung der Glieder und den quälendsten, durch keine Mittel zu lindernden Muskelschmerzen verbundene Krankheit beobachtet, an welcher Hunderte von Personen (in Blankenburg 278 Soldaten in einer Kaserne) litten und 4 (2 in Magdeburg und 2 in Blankenburg) verstarben. Auch diese auffällige Krankheit wurde später auf Trichinen zurückgeführt, indem die Aerzte in Magdeburg im Dezember 1862 zwei hergestellten Kranken, in Blankenburg erst 1864 einem damals erkrankt gewesenen Forstgehülfen Muskelproben entnahmen, welche eingekapselte, aber noch lebende Trichinen enthielten. Nachdem im Jahre 1863 noch auf Rügen, in Quedlinburg, in Falkenstein, in Plauen, in Posen, in Hamburg und in Berlin theils vereinzelte, theils häufigere Fälle der Trichinose konstatirt worden waren, brach im Herbste desselben Jahres die erste große Trichinenepidemie aus, welche bis zum Frühjahr 1864 dauerte und viele Opfer verlangte. In Hettstädt und Umgegend erkrankten nach einem großen, zu Ehren der Leipziger Schlacht veranstalteten Festessen in Folge des Genusses von trichinösem Schweinefleisch im Ganzen 159 Personen, von denen 28 starben. In allen Leichnamen wurden zahllose Trichinen nachgewiesen. Im Februar des Jahres 1864 kamen in Leipzig 14 Erkrankungen vor, von denen 2 mit dem Tode endeten. Im März desselben Jahres brach in Quedlinburg eine zweite große Epidemie aus, bei welcher zwar 90 Erkrankungen vorkamen, jedoch nur 2 einen tödtlichen Ausgang hatten. Im Anfang des Sommers kamen ferner in Hannover viele Trichinenerkrankungen vor, welche große Bestürzung erregten. In demselben Jahre wurde auch konstatirt, daß in Ostindien die Trichinenkrankheit unter den Eingeborenen eine sehr häufige Erscheinung sei. Die schrecklichste Epidemie sollte aber das Jahr 1865 bringen. Nachdem im Laufe desselben einzelne Trichinenerkrankungen, von denen das Publikum kaum Kunde erhalten hat, in Berlin und anderwärts vorgekommen waren, brach im Herbste die Epidemie zu Hedersleben und in dessen Umgegend aus, bei welcher angeblich gegen 500 Erkrankungen und 80 Todesfälle vorgekommen sein sollen. Gleichzeitig brach in mehreren Dörfern der sächsischen Oberlausitz eine Trichinenepidemie aus, bei welcher durch zahlreiche Harpunenproben das Vorhandensein lebender Muskeltrichinen ebenfalls nachgewiesen werden konnte. Dieselbe Erscheinung wiederholte sich daselbst im Jahre 1870. Kehren wir nun zu dem Wurme selbst zurück,

indem wir das über seine Entwicklung Gesagte zusammenfassen und veranschaulichen. Die im Fleische des Schweines befindlichen Muskeltrichinen verharren so lange eingekapselt in einem schlafähnlichen Zustande, bis sie durch Genuß des Fleisches in den Magen eines Menschen oder eines zu ihrer Weiterentwicklung geeigneten Thieres gelangen. Im Magen entledigen sie sich ihrer Kapseln und gelangen in freiem Zustande mit der verdauten Speise in den Darmkanal. Sie erscheinen zunächst als kleine Würmchen mit spitzem Vorder- und stumpfem Hinterende. (Siehe Fig. 95). In kaum 2 Tagen entwickeln sie sich weiter und bilden dann die völlig reifen Darmtrichinen, bei denen man deutlich Männchen und Weibchen unterscheidet. Die kleineren Männchen sterben bald nach der Begattung; die größeren Weibchen leben so lange, bis sie alle in ihnen entstandenen Embryonen hervorgebracht haben. Da aber die Zahl der Eier und Embryonen mehrere Tausend betragen kann, und da dieselben nicht auf einmal, sondern vermöge ihrer Entwickelung nach und nach hervorgebracht werden, so pflegt die Lebensdauer der Weibchen mehrere Wochen zu währen. Man hat schon 5 bis 600 abgelöste Eier und ausgelaufene Junge in einer einzigen Darmtrichine gezählt. Die Fig. 96A. und B. läßt uns den auffallenden Unterschied in der Größe zwischen Männchen und Weibchen erkennen. Erstere zeigen an ihrem hinteren Körperende bei b. ein eigenthümliches, aus 2 Zapfen oder Haken bestehendes, sogenanntes Haftorgan, woran man sie leicht von den Weibchen unterscheiden kann. Ihr Inneres läßt einen Nahrungsschlauch (3) und ein Samenorgan (bei 2) erkennen, welche beide bei 1 ausmünden. Sie sterben, wie schon erwähnt, bald ab und schon nach wenigen Tagen sieht man nur noch ihre leeren Bälge. (Siehe Fig. 97). (Hinteres Körperende einer männ-

Fig. 95. Muskeltrichine; 300m. vergr.



Fig. 96A. u. B. A. Männliche, B. weibliche Darmtrichine; A. 200, B. 150m. vergr.

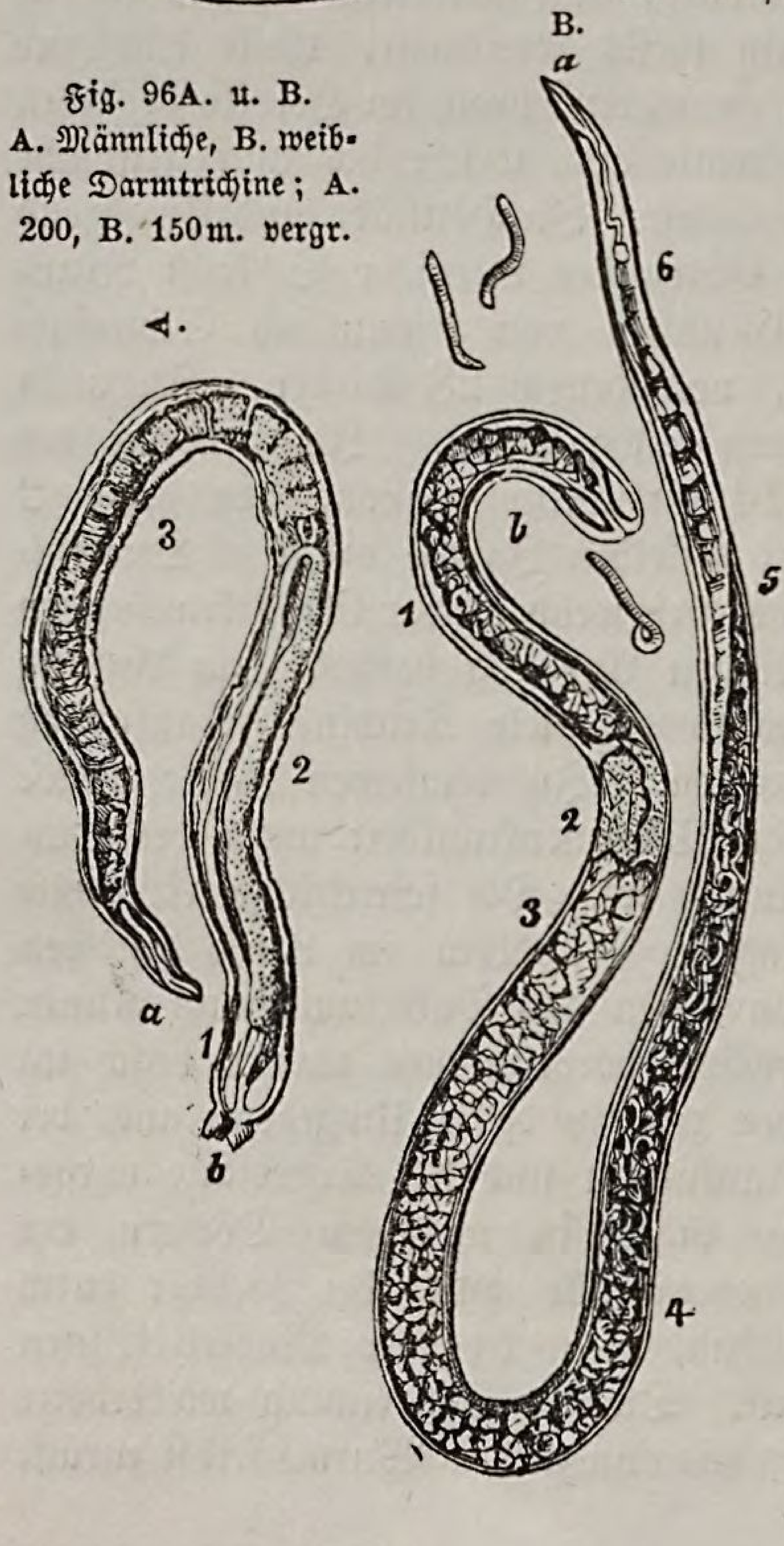
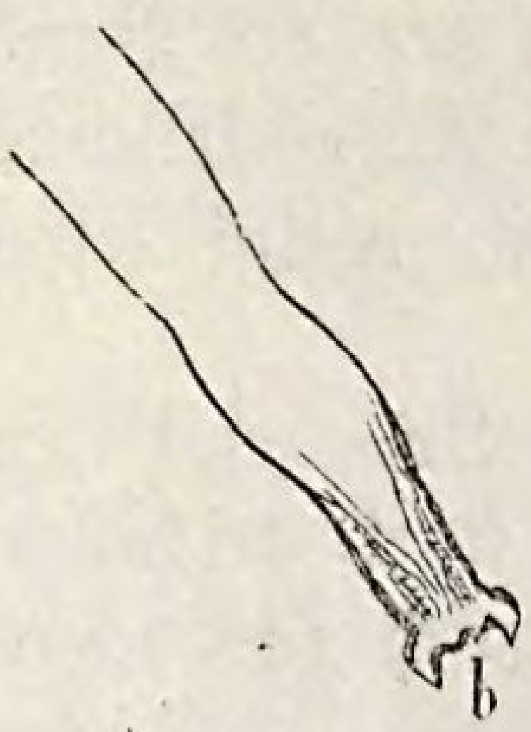


Fig. 97. Haftorgan, 150m. vergr.



lichen, abgestorbenen Darmtrichine mit sehr deutlichen Haftorganen, 150mal vergrößert). Die Weibchen zeigen im Innern etwas complicirte Organe (Fig. 96B). (Ein Eierstock am hinteren Leibesende (bei 1) entwickelt Eier, welche allmählich in den Eileiter (2 und 3) eintreten und in diesem nach vorn weiter rücken). In dem Maße, in welchem dies stattfindet, entwickeln sich in den Eiern Junge, welche zuletzt durch Zerfall der Eischale frei werden (bei 4) und endlich durch eine Oeffnung am vorderen Ende des Eileiters (bei 5) in Gestalt dünner Fädchen herausschlüpfen. Die Jungen verlassen sehr bald den Darmkanal, indem sie sich gleich unendlich feinen Nadeln durch die Darmwand bohren und ihre Wanderung in das Fleisch beginnen, was ihnen um so leichter wird, da sie bei ihrer außerordentlichen Kleinheit die sich ihnen in den Weg stellenden Gewebe ohne Mühe durchdringen. Nach wenigen Tagen begegnet man ihnen schon an ihren Lieblingsplätzen, nämlich: im Zwerchfell, in der Zunge, in den Kau-, Brust-, Hals- und Nackenmuskeln, d. h. in allen denjenigen Muskeln, die beim Athmen und Essen gebraucht werden. Dieses vielfach beobachtete, beständige Vorkommen an genannten Stellen macht die Annahme wahrscheinlich, daß die Trichinen in dem sogenannten Bindegewebe (d. h. dem zwischen den Muskeln und Muskelbündeln befindlichen Zellgewebe) fortwandern und zugleich durch die Bewegung der Muskeln (deren abwechselndes Zusammenziehen und Ausstrecken) mechanisch fortgetrieben werden mögen (gerade wie es mit verschluckten Nadeln zu geschehen pflegt, die ähnlich im Körper herumwandern), denn die Brust- und anderen genannten Muskeln werden beim Athmen stets und gleichmäßig bewegt. An Ort und Stelle angelangt, entwickeln sich die Einwanderer zu Muskeltrichinen, welche in ausgewachsenem Zustande, auf verschiedene Weise spiralig zusammengerollt (oft wie Brezeln), in eine körnige Masse eingebettet erscheinen. Sie machen sich nämlich im Innern einzelner Muskelfasern eine Art Zelle, die sich später mehr und mehr verdickt, wobei in ihr Kalkkörnchen abgelagert werden. Diese Ablagerung von Kalksalzen trübt die Kapselhaut und macht sie schließlich ganz undurchsichtig. Ein wirkliches Verkalken des Wurmes selbst, welches stets mit dessen Tode verknüpft ist, tritt aber gewiß sehr spät, vielleicht erst nach 15—20 Jahren ein! Die Verkalkung der Kapselhaut beginnt dagegen zeitig, beim Kaninchen nach 40—50 Tagen, beim Schwein nach circa 100 Tagen, vom Moment der Einkapselungen an gerechnet. Die Länge der Trichinenkapseln beträgt nach Leuckart und Pagenstecher (Heidelberg), denen wir die genauesten Untersuchungen über die Strukturverhältnisse und Entwickelungsgeschichte der Trichinen verdanken, durchschnittlich $^1/_3$ mm., die Breite $^1/_4$ mm.; die Länge der darin eingeschlossenen Muskeltrichinen $^7/_{10}$—1 mm. Demnach würden 10—12,000 Stück dazu gehören, um ein Klümpchen von der Größe

eines Stecknadelknopfes zu bilden, und circa 6000 Millionen zu einem Klumpen von 1 Pfund Gewicht. — Die Trichinen erleiden hiernach also auch eine Umwandlung, wenn auch verschieden von der bei Bandwurm und Finne; denn die Muskeltrichine ist nur eine Entwickelungsstufe der sich unter günstigen Bedingungen entwickelnden, völlig reifen Darmtrichine.

Fig. 98. Muskeltrichinen. 120 m. vergr.



Fig. 98 zeigt ein Stückchen stark trichinenhaltiges Fleisch von einem Kaninchen, das 5 Wochen vorher gefüttert worden war, in 120maliger Vergrößerung. 4 Trichinen sind eingekapselt und 5 andere sind durch Präparation mit Essigsäure von ihrer Kapsel befreit. Die freigewordenen Trichinen zeigen in der Regel sehr lebhafte Bewegungen, wenn sie erwärmt werden. Bei vorsichtiger Erwärmung des Objektträgers (etwa durch die Flamme einer Spirituslampe) bis zur Blutwärme (28—30° R.) bemerkt man erst ein leises Wogen und Pulsiren in ihrem Innern, dann recken und strecken sie sich langsam, erst ruckweise, zeigen allmählich immer lebhaftere Bewegungen und endlich die rasche Lebendigkeit einer flink sich rollenden Schlange. Diese Bewegungen dauern bei gleicher oder noch erhöhter Temperatur stundenlang, doch muß man dem Präparate von Zeit zu Zeit einen Tropfen Wasser zusetzen, weil es sonst rasch vertrocknet, wodurch die Thiere absterben. Fig. 99 a zeigt den Anfang der Verkalkung von der Trichine eines Hundes 5 Monate nach der Fütterung. Der noch unverkalkte Theil der Kapsel zeigt im Innern den Wurm. Fig. 99 b zeigt die vollständige Verkalkung von Trichinen (120 mal vergrößert) aus dem Muskel eines Menschen, der, nachdem er vor Jahren die Trichinenkrankheit überstanden hatte, an einer anderen Krankheit gestorben war. Fig. 100 zeigt die Trichinen mit verkalkter Kapsel, wie sie dem unbewaffneten Auge erscheinen, wenn man ein trichinenhaltiges Stückchen Fleisch in einer dünnen Schicht,

Fig. 99 a. Aeltere Muskeltrichine.

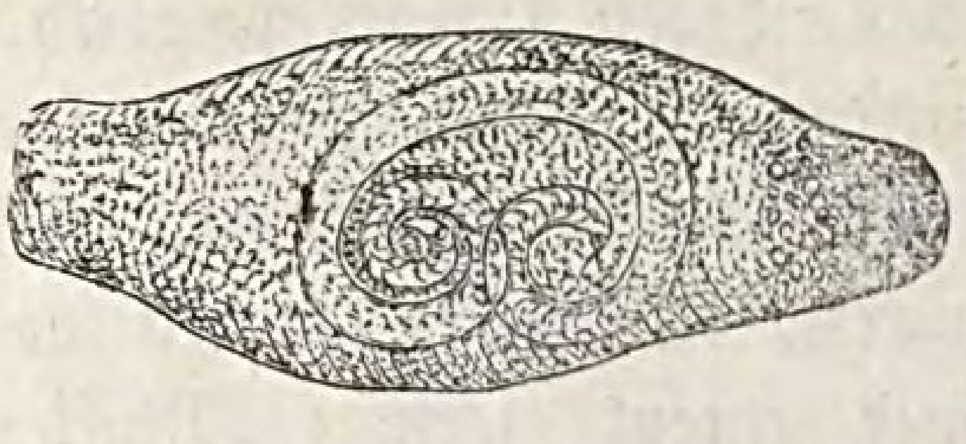


Fig. 99 b. Eingekapselte Trichinen.

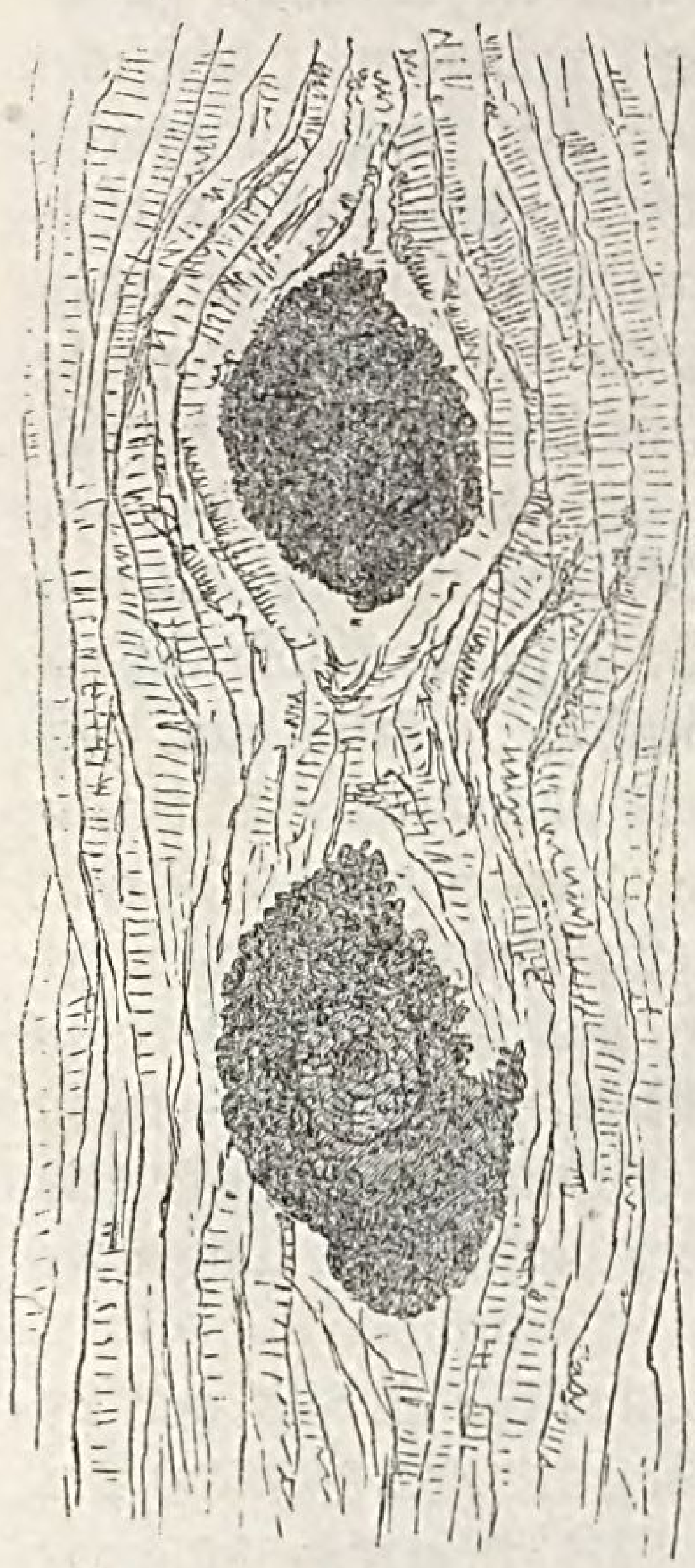


Fig. 100. Natürliche Größe der eingekapſ. Trichinen.



zwischen zwei Objektträger gepreßt, gegen das Licht hält; sie erscheinen dann als dunkle Punkte. Zugleich erhellt aus Fig. 100, daß uns unser Auge bei Untersuchung des Schweinefleisches auf „eingekapselte Trichinen" im Stiche lassen würde. Da die Wissenschaft nun bis jetzt kein Mittel besitzt, die eingekapselten Muskeltrichinen ohne Schaden für den menschlichen Organismus sicher zu tödten, oder die Einwanderung der jungen Darmtrichinen in die Muskeln zu verhindern, so sind um so mehr vorbeugende Maßregeln zu empfehlen, und diese bestehen einmal in einer gewissenhaften Fleischuntersuchung, sodann in strenger Vermeidung des Genusses von jedem rohen Schweinefleische und außerdem in kräftiger Warmräucherung, tüchtigem Durchbraten und Durchkochen des Fleisches. Beobachtung dieser Regeln gewährt allein Schutz gegen eine fatale Infektion. Bei ausgesprochenen Symptomen der Trichinenkrankheit empfiehlt es sich, möglichst schnell durch Vomitiv- oder Purgirmittel den vielleicht noch vorhandenen Rest von Darmtrichinen oder deren Brut zu entfernen.

In Bezug auf die mikroskopische Fleischuntersuchung wollen wir bemerken, daß dieselbe in den Gegenden, welche durch die Trichinenepidemie besonders heimgesucht worden sind, z. B. in dem Regierungsbezirk Magdeburg, in den Städten Gotha, Plauen, Zittau u. a. O. obligatorisch eingeführt worden ist und durch dazu befähigte, vereidete Personen ausgeübt wird; ferner, daß die Sanitätspolizei auch an anderen Orten, namentlich bei Einführung großer Quantitäten rohen oder geräucherten Schweinefleisches vom Auslande, ein wachsames Auge auf die fraglichen Artikel hat. Das Verfahren der verhältnißmäßig leichten Untersuchung, zu der jedes Mikroskop geeignet ist, das eine Vergrößerung von 40—100 mal Durchmesser gewährt, haben wir im 1. Theile, p. 64 angegeben. Hinzuzufügen ist nur noch, daß sich zwischen den Fleischfasern oft Reihen oder Gruppen von Fettbläschen oder Luftblasen, zuweilen auch die sogenannten Raineyschen-Körperchen oder

Schläuche, (langgestreckte, mit körnigem Inhalte erfüllte Höhlungen, welche oft die Form von Trichinenkapseln haben, deren Entstehung und Bedeutung indeß noch nicht erforscht ist) befinden. Durch diese möge sich ein Anfänger nicht irre leiten lassen! Ferner ist in Bezug auf Untersuchung von altem Fleische, Cervelatwurst, Schinken rc. zu bemerken, daß man dabei am besten thut, mit einem feinen Messer möglichst dünne Scheibchen loszutrennen und diese auf dem Objectträger mit Potaschelösung oder noch besser mit Aetzkalilauge zu befeuchten, um das Objekt möglichst durchsichtig zu machen. Schinken muß übrigens auch zuvor in lauem Wasser eine Zeit lang aufgeweicht werden. Prof. Kühn in Halle, welcher für die Untersuchung von lebenden Schweinen eine besonders practisch eingerichtete Harpune erfunden hat, (dieselbe ist von Baumgärtel in Halle für 25 sgr. zu beziehen) macht den Vorschlag, bei eventueller Einführung einer Fleischschau die Fleischer zu verpflichten, von jedem geschlachteten Schweine den im Fall einer Infektion trichinenreichen Kehlkopf und die alsdann fast regelmäßig trichinenhaltigen Augenmuskeln, also werthlose Theile, an den Fleischbeschauer abzuliefern; dieselben würden zugleich eine treffliche Controle für die Zahl der geschlachteten und untersuchten Schweine gewähren. Ueber die Wirkung von gekochtem oder gebratenem trichinenhaltigen Fleische führen wir das Resultat der zahlreichen Fütterungsversuche an, welche Prof. Kühn auf Anordnung des Kgl. Curatoriums der Universität Halle im Jahre 1864 angestellt hat. Es wurden 12 gesunde, 6 Wochen alte Schweineferkel mit trichinösem (eingekapselte Trichinen enthaltendem) Schweinefleisch gefüttert und dieses folgendermaßen gegeben:

1. Als Wellfleisch (1 Stunde 39 Min. gekocht); 2. als gar gekochtes Fleisch, (hatte vom Eintritt des Siedens (80 %) an 2¼ Stunde lang gekocht); 3. als Fleischklöschen (18 Minuten lang gebraten); 4. als Carbonnade (15 Minuten lang gut durchgebraten); 5. als schwachgebratenes Fleisch (1 St. 32 Min. gebraten); 6. als gut durchgebratenes Fleisch (2½ Stunde lang gebraten); 7. als Blutwurst (1 St. 32. Min. gekocht); 8. als Schwartenwurst (2¼ St. gekocht); 9. als geräucherte Fleischwurst (14 Tage lang geräuchert); 10. als gebratenes Pökelfleisch (10 Tage lang gepökelt und 2½ Stunde gebraten); 11. als Schinken (10 Tage geräuchert); 12. als Schinken (22 Tage geräuchert). Bei der Tödtung dieser Versuchsthiere ergab sich, daß bei Thier 1 in je 15 Präparaten aus 18 verschiedenen Muskelpartien nur 3 Trichinen, bei Thier 2 in 270 Präparaten nur 1 Trichine; bei Thier 3 dagegen in eben so viel Präparaten 224 Trichinen; bei Thier 4 in ebensoviel Präparaten nicht eine Trichine; bei Thier 5 in gleichvielen Präparaten 14 Trichinen; bei Thier 6 keine Trichine; bei Thier 7 eine einzige Trichine in der Zunge; bei Thier 8 keine Trichine; bei Thier 9 in 270 Präparaten aus 18 verschiedenen Theilen ebenfalls keine Trichine, desgleichen bei Thier 10,

11 und 12 keine Trichinen sich zeigten. Demnach ist also nur der Genuß von gut gekochtem, gut durchgebratenem oder gut geräuchertem Schweinefleische unbedenklich und ungefährlich. Aus anderen Versuchen, welche Kühn mit Kaninchen anstellte, ergab sich, daß eine 2monatliche Aufbewahrung von trichinösem Schweinefleisch in „gefrorenem Zustande" die Trichinen tödtet, ein 1—1½ monatliches Gefrorensein dagegen nicht vollständig. Andere interessante und beachtenswerthe Versuche wurden von Kühn in der Absicht angestellt, zu ermitteln, in welcher Weise sich die Trichinen im Körper des Schweines verbreitet finden, und ob sie in einzelnen Körpertheilen besonders regelmäßig und häufig seien rc. Nicht minder beachtenswerth sind ferner die Untersuchungen, welche die Professoren Fuchs und Pagenstecher in Heidelberg im Auftrage des großherzoglich badischen Handelsministeriums bezüglich der Lebensdauer und Fortpflanzungs- (resp. Ansteckungs-) Fähigkeit der Trichinen im Jahre 1864 angestellt und in einer höchst werthvollen Schrift (Die Trichinen. Nach Versuchen von Medicinal-Rath, Prof. Fuchs und Prof. Pagenstecher, dargestellt von Pagenstecher. Mit 2 Kupfertafeln. Leipzig 1865.) niedergelegt haben. Aus den Versuchen mit 24 Kaninchen und 6 Schweinen ergab sich, daß die Muskeltrichinen (gleich den Finnen) einen bestimmten Grad der Entwickelung besitzen müssen, wenn sie im Darme zu fortpflanzungsfähigen Darmtrichinen heranwachsen sollen, und daher eben in die Muskeln eingewanderte Junge nicht gefährlich sind. Ferner ergab sich, daß Darmtrichinen, in den Darm eines anderen Thieres gebracht, sich nicht fortpflanzen. Dieselbe Erscheinung wird von Prof. Kühn bestätigt bei Ermittelungen und Untersuchungen, ob die Schweine durch zufälliges Verschlucken der etwa beim Wühlen gefundenen Darmtrichinen sich anstecken möchten. Außerdem haben Fuchs und Pagenstecher noch Fütterungsversuche an 32 anderen Säugethieren, an 26 Vögeln und an Amphibien und wirbellosen Thieren (bei den beiden letzten Klassen ohne allen Erfolg) angestellt. Von den 32 Säugethieren starben 19 (unter den 12 Mäusen 10), von den 26 Vögeln 8 (darunter 4 Eichelheher). Bei keinem Vogel fanden sich Muskeltrichinen, woraus hervorzugehen scheint, daß die Vögel die Trichinen entweder verdauen oder durch ihre Brut nicht infizirt werden, weshalb Vogelfleisch in jedem Zustande ohne Bedenken zu genießen ist. Auf welche Weise die Schweine durch Trichinen infizirt werden, läßt sich mit Bestimmtheit nicht sagen. Es ist aber eine bekannte Thatsache, daß Schweine mit Vorliebe Ratten und Mäuse verzehren. (Kühn hat dies bei seinen mannigfachen Versuchen und Untersuchungen auch direkt beobachtet.) Vergegenwärtigen wir uns nun, daß die Nagethiere sich zufällig durch Genuß trichinöser Fleischabfälle infiziren können, so gewinnt die Vermuthung, daß Schweine durch trichinöse Ratten und Mäuse angesteckt werden, an Wahrscheinlichkeit und zwar um so mehr, als auch die Katzen sehr häufig trichinös sind. Den Schweinen selbst ist es nicht anzusehen, ob sie mit

Trichinen behaftet sind oder nicht. Denn bei schwacher Infektion bleiben sie vollkommen gesund und bei starker treten Krankheitserscheinungen auf, welche auch durch andere Ursachen hervorgerufen werden können. In letzterem Falle ist die von Kühn in Vorschlag gebrachte Harpunirung des Thieres an verschiedenen Körperstellen, welche, geschickt und vorsichtig ausgeführt, dem Thiere weder schadet, noch bedeutende Schmerzen bereitet, das einzige sichere Mittel, welches die mögliche Infektion nachzuweisen im Stande ist. Ein Segen der öffentlichen Untersuchungen des Schweinefleisches ist die einigermaßen beruhigende Thatsache, daß trichinöse Schweine zum Glück doch nur selten vorkommen. In Braunschweig sind unter 30,000 geschlachteten Schweinen nur 2, in Blankenburg freilich unter 700 Schweinen 4 als trichinös befunden worden. Auffallend ist die Erscheinung, daß in den russischen Ostseeprovinzen, und wie es scheint überhaupt in Rußland trotz sorgfältiger Nachforschungen der Aerzte und Thierärzte bis jetzt keine Trichinenfälle konstatirt worden sind. Dagegen kann man sich der Annahme wiederum nicht verschließen, daß viele Krankheitserscheinungen, die vor Zeiten für Gicht, Rheumatismus, rheumatische und typhöse Fieber gehalten worden sind, nicht selten durch Trichinen verursacht sein mögen. Ein unzweifelhafter Trichinenfall ist nämlich bereits 1675 im Württembergischen, wo eine ganze Bauernfamilie nach dem Verzehren eines Schweines 8 Tage lang erkrankte, vorgekommen. Die von dem Arzte Fehr, der die Familie behandelte und über beregten Krankheitsfall eine gelehrte Abhandlung schrieb, angegebenen Symptome stimmen nämlich ganz genau mit denen der Trichinenkrankheit überein. Schon damals verlangte Fehr, was wir heute trotz schlagender Beweise und zwingender Gründe in sanitätlicher Hinsicht noch nicht, oder nur in unvollkommenem Maße besitzen, nämlich: eine sorgfältige Fleischschau! —

VII.

Schlußbetrachtung.

Ergeht nun zum Schluß an uns die Frage, woher es kommt, daß Jahrhunderte dazu gehörten, um einem so wichtigen wie interessanten Instrumente die Bahn zu ebnen und Eingang in das bürgerliche Leben zu verschaffen, so können wir nur antworten, daß, abgesehen von dem erforderlichen Grade der Geschicklichkeit, welchen der Gebrauch des

Mikroskopes, besonders das Präpariren der Objecte bedingt, und abgesehen von dem bis vor Kurzem enormen Preise der Mikroskope, wohl nur in der bekannten Scheu vor allem Neuen, das mit Opfern der Bequemlichkeit verbunden ist, ein thatsächlicher, stichhaltiger Grund zu finden sein dürfte. In dieser Beziehung ist die Einbürgerung des Mikroskops ein schlagender Beweis für die Wahrheit des Ausspruches eines der größten Männer unseres Jahrhunderts, A. v. Humboldt's, nämlich: daß hundert Jahre dazu gehören, um eine Wahrheit zu begreifen und wieder hundert Jahre, um sie zu verwirklichen und zu verwerthen. Die Aufmerksamkeit des großen Publikums wurde ja erst vor einem Jahrzehnt durch die hier und da auftauchende Trichinen-Epidemie für den Nutzen und die Bedeutung des Mikroskopes gewonnen, freilich erst, nachdem die uns Menschen, als Menge genommen, innewohnende, schwer zu überwindende Vorliebe für alle möglichen Abwege von der nur im Besitze Weniger befindlichen Wahrheit auf Irr- und Umwegen, die sich darin documentirten, die Enthüllungen des Mikroskopes vielfach zu bestreiten, todtzuschweigen oder wohl gar Lügen zu strafen, zur Wahrheit selbst bekehrt war.

Darum muß man ehrlich zugestehen, daß die Trichinen in der That ein wesentlicher Anlaß geworden sind, dem Mikroskope, welches bisher nur im Studirzimmer des Mediciners, des Zoologen, des Botanikers oder im Laboratorium des Chemikers anzutreffen war, Interesse abzugewinnen und dasselbe gleichzeitig in das praktische Leben einzuführen, woselbst es auch gegenwärtig zwar nur allmählich, aber stetig mehr und mehr Terrain gewinnt, um in nicht ferner Zeit zum Gemeingut der Menschheit zu werden und das mit vollem Rechte. Denn die Resultate des Mikroskopes sind für den praktischen Mann und die menschliche Gesellschaft von mindestens ebenso großer Wichtigkeit, je mehr es sich zeigt, von wie großem, mittel- oder unmittelbarem Einflusse sie auf das menschliche Leben im allgemeinen sind. In dem Grade nämlich, wie das Mikroskop ganz in der Stille ein Schlüssel für die Naturwissenschaften geworden ist, bildet es auf Grund dieser Errungenschaften auch auf realem, praktischen Boden für die verschiedensten Berufsklassen im Lichte der zunehmenden Bildung bald einen Prüfstein, indem es Aufschluß über die Güte und Echtheit von Droguen, Waaren und Fabrikaten giebt; bald eine Waffe, indem es uns die Natur verschiedener Krankheitserscheinungen offenbart und die rationellen Mittel zu deren Abhülfe dictirt; bald dient es als Rathgeber, indem es im Familien- oder Gesellschaftskreise eine unversiegliche Quelle belehrender und zum Nachdenken anregender Unterhaltung liefert. Auch wollen wir nicht zu bemerken unterlassen, daß das Mikroskop außerdem noch eine höhere Bestimmung hat. Nicht selten hat es in Criminalfällen den Richterspruch „Schuldig“ oder „Nichtschuldig“ gethan. In England, Nordamerika und auch in Deutschland sind verschiedene Mörder, welche sich durch Leugnen dem Arm der Gerechtigkeit entziehen oder doch ihr

Strafmaß mindern wollten, durch das untrügliche und unbestechliche Auge des Mikroskops überführt, dem rächenden Arme der Nemesis zurückgegeben worden. Das Mikroskop stellt nämlich auch in diesen Fällen, wie in vielen anderen, Thatsachen fest, die sich auf andere Weise absolut nicht ermitteln lassen. Ein Blick durchs Mikroskop überzeugt den Kenner, ob das etwa an Messern, Kleidern, Wänden oder Dielen haftend gefundene Blut Thier- oder Menschenblut sei. Auch die geringste, selbst älteste Blutspur genügt, um, mit einer Verdünnung von Zuckerwasser unter das Mikroskop gebracht, das Resultat festzustellen. Die Blutkügelchen der einzelnen Thierklassen sind merkwürdigerweise so charakteristisch verschieden, daß man an ihrer Form, Größe und Lagerung sogar die verschiedenen Thiere beliebig erkennen kann; die kleinsten besitzen die Zweihufer oder Wiederkäuer, ($^1/_{500}$ Linie) die größten unter den Vielhufern oder Dickhäutern der Elephant ($^1/_{200}$ Linie.) Beim Menschen bilden die farbigen Blutkörperchen kreisrunde, schwach biconcave (doppelthohle) Scheiben von $^1/_{300}$ Pariser Linie Durchmesser, die sich auch wohl mit napfförmig vertieften Münzen vergleichen lassen; sie erscheinen oft in größerer Anzahl zu geldrollenförmigen Säulen vereinigt. (S. Fig. 42 a und b.) Da das Blut bei dem Menschen und den Säugethieren von ihnen strotzt, so hat man berechnet, daß ein Tropfen Menschenblut von einer Kubiklinie Größe gegen 30 Millionen Blutkörperchen enthalten kann. Verschieden davon sind die farblosen Lymphkörperchen; dieselben existiren erstens in geringerer Anzahl und zweitens bilden sie kugelähnliche Klümpchen, die mehr oder weniger zahlreiche Körnchen einschließen.

Aber auch in andern Fällen, wo es sich nur um Freiheitsstrafen handelte, hat das Mikroskop in der Justizpflege Dienste geleistet. Erst jüngst wurde dem Verfasser von einem hochgestellten Juristen die Mittheilung gemacht, daß dasselbe neuerdings mehrfach bei Ermittelung von Urkundenfälschungen unter Hinzuziehung eines Technikers mit Erfolg angewandt worden sei. Den frappantesten Beleg liefert aber wohl folgender von Dr. Willkomm berichtete Fall: „Im Jahre 1865 wurde auf einem sächsischen Staatsforstreviere im Voigtlande ein gefällter Fichtenstamm gestohlen. Der Verdacht lenkte sich auf einen Gewerbetreibenden, weil derselbe schon einmal wegen eingestandenen Holzdiebstahls bestraft worden war, und siehe da, es fanden sich bei demselben Stücke eines Stammes vor, welche bezüglich ihrer Dimensionen genau mit dem gestohlenen übereinstimmten, aber geschält waren. Da der betreffende königl. Förster behauptete, jene Holzstücke stammten sicher von dem entwendeten Fichtenstamme, so wurde der Eigenthümer, als präsumptiver (muthmaßlicher) Dieb vor Gericht gestellt. Nun hatte aber derselbe im Frühjahr, wie es bekannt war, Tannenholz gekauft, und so behauptete er, die vorgefundenen Holzstücke seien von jenem Tannenholz noch übrig. Deshalb wurden Sachverständige aufgefordert, gutachtlich auf ihren Pflicht-, resp. Zeugeneid zu erklären, ob das corpus delicti (Frevel-

beweisstück) Fichten- oder Tannenholz sei. Drei Sachverständige, ein Förster, ein Böttcher und ein Zimmermann erklärten hintereinander nach bestem Wissen und Gewissen das Holz für Fichtenholz. Da aber der Angeklagte bei seiner Aussage beharrte, so trug das zustehende Gericht Bedenken, denselben für überführt zu erachten und verlangte ein anatomisches Gutachten, d. h. die mikroskopische Untersuchung des betreffenden Holzes. Dieselbe ward mir (Willkomm war damals noch in Tharandt) übertragen. Ich muß vorausschicken, daß Fichten- und Tannenholz bezüglich der anatomischen Struktur zwar äußerst ähnlich, dennoch insofern scharf verschieden ist, als im Fichtenholze zahlreiche, freilich mikroskopische Harzgänge (in jedem Jahresringe), im Tannenholze dagegen nur äußerst wenige dergleichen vorkommen. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß das für gestohlen erklärte Holz „Tannenholz“ sei, worauf der Angeklagte natürlich freigesprochen worden ist. Nicht ich habe dem Manne zur Freiheit verholfen, sondern allein das Mikroskop!“ —

Bedarf es nach diesen Ausführungen noch weiterer Worte, um die Bedeutung eines solchen Instruments gebührend hervorzuheben?

Wir bescheiden uns und weisen zum Schluß nur noch darauf hin, daß es eine weise Einrichtung des Schöpfers ist, unser Auge nicht auch allmählich zu mikroskopischer Schärfe zu gestalten, denn dann würde unser Schönheitssinn große Einbuße erleiden. Alle Werke der kunstfertigen Menschenhand, so fein und schön sie auch gearbeitet sein möchten, würden ihre Zierde und ihren Glanz verlieren; fein polirte Flächen z. B. würden rauh, Brabanter Spitzen wie ein Wirrwarr von Stricken, das schönste Oelgemälde wie ein Kleeacker im dürren Sommer erscheinen u. s. w. Freuen wir uns vielmehr darüber, daß der Allweise in unser inneres Auge den Geist der Forschung gesenkt, dessen Pflege und Gedeihen Resultate liefert, die in ihrer Unabhängigkeit merkwürdig in einandergreifen und sich gleichsam zu einer Kette zusammenfügen, um zur Meßschnur von Geheimnissen zu werden, welche die Natur uns so reichlich in verhüllter Form darbietet.

Wenn nun zwar jede Lösung auch neue Räthsel und jede Erkenntniß neue Aufgaben bringt, so bekennen wir uns nichtsdestoweniger zu dem tiefwahren Ausspruche Lessings: „Wenn Gott in seiner Rechten alle Wahrheit und in seiner Linken den einzigen, immer regen Trieb nach Wahrheit, obschon mit dem Zusatze, mich immer und ewig zu irren, verschlossen hielte, und spräche zu mir: wähle! Ich fiele ihm mit Demuth in seine Linke und sagte: Vater gieb! die reine Wahrheit ist ja doch nur für Dich allein!“

Denn nicht durch den Besitz der Wahrheit, sondern durch das Forschen nach derselben erstarken unsere Kräfte. Der Besitz an sich macht ruhig, träge, wohl gar stolz; dagegen wird die aufrichtige Mühe, die wir auf Nachforschung verwenden, dadurch belohnt, daß sich unser Blick erweitert, unsere Einsicht an Klarheit gewinnt, so daß sich immer

mehr Erscheinungen durch die erweiterten Gesetze begreifen und die verwickelten Vorgänge immer sicherer auf ihre einfachen, ewigen, unwandelbaren Gesetze und Ursachen zurückführen lassen. Auf diese Weise nähert sich der forschende Menschengeist in stetig wachsender Vollkommenheit mehr und mehr dem Ziele der wahren Erkenntniß der Naturerscheinungen, und auf diesem Wege wird ihm, — durch die Schönheit, die unnachahmliche Ordnung und Regelmäßigkeit sowie das Ebenmaß aller Theile, auch der kleinsten Gebilde organischer oder unorganischer Natur nicht minder belehrt, wie durch das erhabene Zeugniß der Himmelskörper, — die Harmonie des Weltalls, ein Abglanz der Vollkommenheit ihres ewigen Urhebers, zur greifbaren Wahrheit! —

Angabe und Correctur der Druckfehler.

Seite 33, 3. Zeile von unten statt „planconcaven = planconvexen".
„ 77, 17. „ „ oben statt „Pflanzen = Panzern".
„ 100, Fig. 38 fehlen die zur Erklärung dienenden Ziffern.
Reihe 1 enthält von links nach rechts Fig. 1, 3, 4, 5; unter Fig. 1 befindet sich Fig. 2 und unter 5 Fig. 6.
Reihe 2 enthält Fig. 8, 7, 12; unter 8 Fig. 13 und 14; unter 7 Fig. 9, 10 und 11.
Reihe 3 enthält Fig. 19, 15, 16, 17 und 18; unter 19 Fig. 20; unter 15 Fig. 21; unter 16 und 17 Fig. 22; unter 18 Fig. 23.
Reihe 4 enthält Fig. 24, 25. 26; unter 24 Fig. 27; unter 25 Fig. 29.
Reihe 5 enthält Fig. 28, 30, 31, 32; unter 28 Fig. 33; neben 33 Fig. 34 und 35.
„ 120, 20. Zeile von oben statt „Benennungen = Beimengungen".
„ 120, 21. „ „ oben statt „bestehen = entstehen".
„ 121, 3. „ „ unten statt „bewimpelt = bewimpert".
„ 124, 19. „ „ unten statt „stehen = bestehen".
„ 128, 10. „ „ oben statt „Ervalens = Ervumlens".
„ 135, 7. „ „ oben statt „bietete in = bietet ein".
„ 157, 3. „ „ unten statt „Entwickelung = Ermittelung".
„ 159, 14. „ „ oben statt „Flecken = Flocken".
„ 184, 1. „ „ unten statt „zweckdienstliche = zweckdienlichste".
„ 188, 5. „ „ oben statt „Masche = Maschine".
„ 189, 4. „ „ oben statt „Barmwollenzeug = Baumwollenzeug".
„ 195, 1. u. 2. Zeile von oben sind a. und b. umzustellen.

MIKROSKOPE

aus der Werkstatt

von

Rudolf Wasserlein in Berlin

Bernburgerstrasse 34. S. W.

(Ausführliche Verzeichnisse stehen zu Dienst.)

a. 1	Hufeisen-Stativ mit Mikrometerbewegung am Tubus. Sechs Vergröss. von 45 bis 600 Linear	30 Thlr.
	Dasselbe, vier Vergr. 45 bis 450 Lin.	25 „
a.	Trommel-Stativ mit Mikrometerbewegung am Tisch. Fünf Vergr. von 60 bis 400 Lin. . . .	18 „
b. 1.	Hufeisen-Stativ mit Mikrometerbewegung am Tisch. Vier Vergr. von 90 bis 400 Lin. . . .	15 „
	Dasselbe, drei Vergr. 90 bis 300 Lin.	12 „
b.	Trommel-Stativ mit Mikrometerbewegung am Tisch. Drei Vergr. von 90 bis 300 Lin. . . .	10 „
c.	Trommel-Stativ mit Mikrometerbewegung am Tisch. Drei Vergr. von 75 bis 200 Lin. . . .	8 „
d.	Dasselbe, mit zwei Vergr. von 50 bis 100 Lin.	7 „
e.	Trommel-Stativ, Reise- und Schul-Mikroskop. Eine Vergr. 70 Lin.	6 „

Grössere Mikroskope, alle Sorten Loupen, Mikrometer und sonstige Neben-Apparate nach ausführlicher Preisliste.

Die Instrumente sind meist vorräthig oder werden in kurzer Frist geliefert.

Druck von Gebrüder Fickert in Berlin.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Arndt, August

Das Mikroskop im Dienste des landwirthschaftlichen und gewerblichen Lebens sowie der Familie populäre Anweisung zur Behandlung und praktischen Verwendung desselben

Berlin 1874

Bamberg, Staatsbibliothek -- Micr.o.1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11740960-1